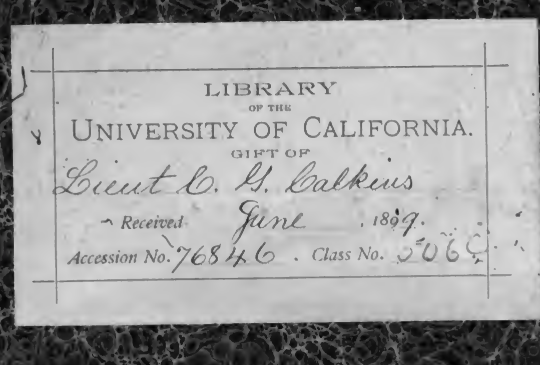
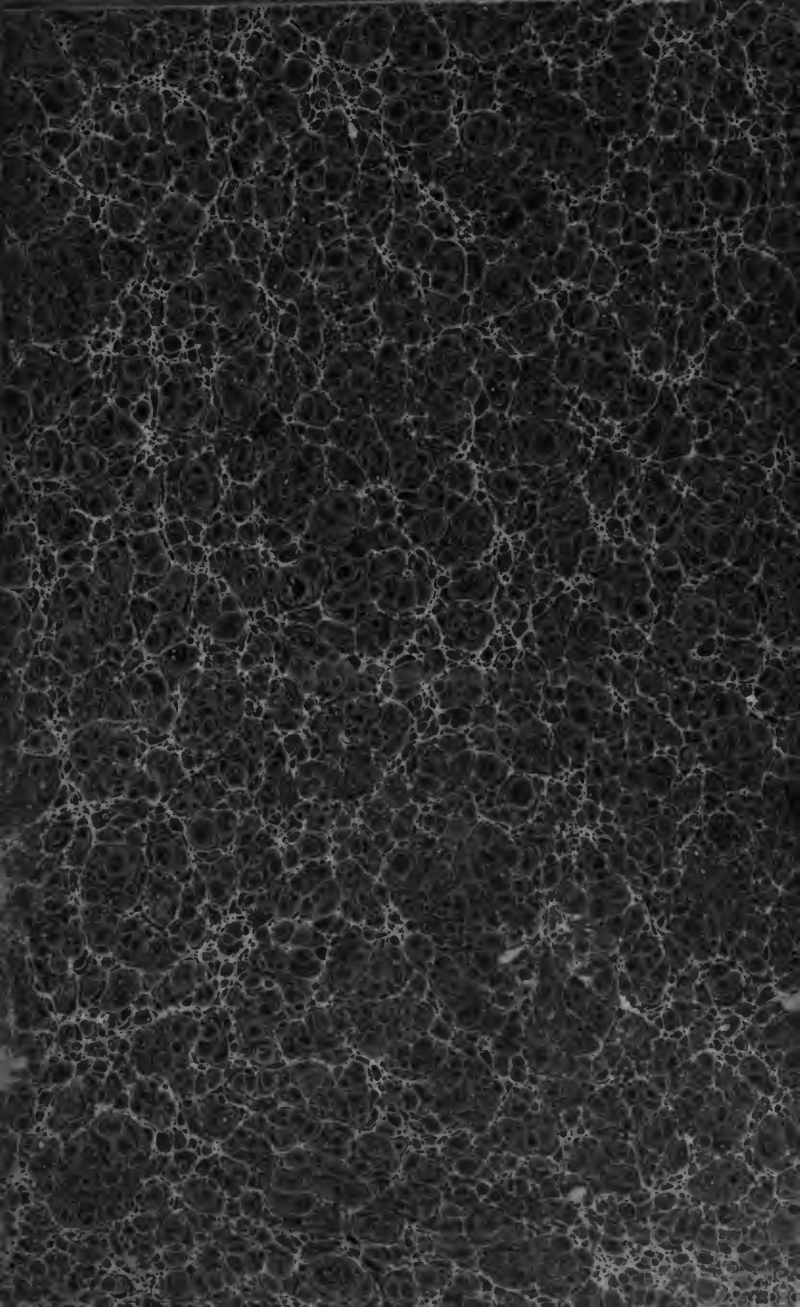







Digitized by Google

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS



PARIS. — IMPRIMERIE DE J. CLAYE
RUE SAINT-BENOIT, 7

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES

OUTILS ET APPAREILS

LES PLUS PERFECTIONNÉS ET LES PLUS RÉCENTS

EMPLOYÉS

DANS LES DIFFÉRENTES BRANCHES DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

PAR

ARMENGAUD AINÉ

INGÉNIEUR, ANCIEN PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE IMPÉRIAL DES ARTS ET MÉTIERS

Membre honoraire de la Société philomatique de Bordeaux,

de la Société industrielle de Mulhouse, de la Société d'Encouragement, des Ingénieurs civils, etc.

Qui peut mettre un terme à la perfectibilité humaine?



TEXTE

TOME QUATORZIÈME

Toute communication concernant la rédaction doit être adressée à l'auteur :

M. ARMENGAUD AINÉ

A PARIS

RUE SAINT-SÉBASTIEN, 45

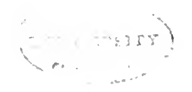
Et tout ce qui concerne le service des abonnements et la vente des volumes à

MM. A. MOREL ET Cie

LIBRAIRES-ÉDITEURS

RUE BONAPARTE, 13

1863



PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS

(QUATORZIÈME VOLUME)

A la veille d'une nouvelle Exposition universelle, nous commençons le XIVe volume de ce RECUEIL pour faire connaître à nos souscripteurs les machines de tout genre qui doivent figurer dans cette grande exhibition industrielle.

Nous suivons en cela la même voie que nous avions déjà adoptée aux expositions précédentes; on retrouve en effet, dans les treize volumes parus, la plupart des machines exposées à Londres, à Paris et ailleurs, ainsi que les outils, les métiers, les instruments qui y ont reçu des récompenses.

En continuant cet ouvrage, qui a été accueilli avec tant de bienveillance par les ingénieurs et les constructeurs de tous les pays, nous voulons leur faire voir les innovations, les perfectionnements que l'on apporte sans cesse dans les différentes branches d'industrie; nous sommes heureux de les mettre constamment au courant des progrès que nous constatons chaque jour, et pour cela, nous avons le soin de nous attacher particulièrement aux choses utiles, réalisées.

En 1855, à l'Exposition universelle qui fit tant d'honneur à nos manufacturiers, nous terminions le IXe volume, et déjà nous pouvions placer à côté de la plupart des moteurs et des appareils exposés les gravures et la description qui en expliquaient toutes les fonctions essentielles.

Lorsqu'une machine est toute montée, qu'elle soit au repos ou en activité, il n'est pas facile, même pour les personnes les plus expérimentées, de se rendre compte à première vue des particularités qu'elle renferme, à moins qu'on n'en démonte certaines parties; tandis qu'avec nos dessins, qui en donnent les vues intérieures, les détails principaux, on en comprend aisément tout le mécanisme.

Notre Recueil, qui devient aujourd'hui une sorte d'*encyclopédie* par la grande quantité d'articles qu'il a traités sur presque toutes les industries, a l'avantage de fournir et de compléter les documents que l'on désire connaître sur chacune des machines admises à l'Exposition et sur celles qui n'ont pu y être envoyées, comme les appareils de navigation ou les puissants instruments qui fonctionnent dans les grandes usines.

Cette œuvre forme actuellement une *collection* telle, qu'elle embrasse tous les arts industriels; elle touche en effet à toute espèce de fabrication, soit en les décrivant dans toutes leurs parties, comme la *meunerie*, par exemple, soit en donnant les outils, les moteurs ou les procédés qui trouvent leur application dans bien des fabriques, comme les *tours à chariot*, les *machines à vapeur*, les *turbines*, les *roues hydrauliques*, comme aussi les *découpoirs*, les *marteaux*, les *raboteuses*, les *cisailles*, les *alésoirs*, etc., etc. Cette collection montre en outre les améliorations

successives apportées dans chaque type représenté, et les différentes phases par lesquelles les machines ont dû passer pour atteindre leur dernier degré de perfection.

Ainsi, en publiant la grande et belle industrie du *caoutchouc vulcanisé,* nous avons ajouté, à la description des planches, des données pratiques sur cette intéressante fabrication, une notice étendue sur les différents procédés imaginés aux États-Unis et en Angleterre, et une nomenclature des applications si nombreuses et si variées de ce produit.

Nous avons opéré de la même manière pour un grand nombre d'autres industries, telles que les *sucreries, huileries, manufactures de tabacs, télégraphie électrique, poudreries, combustibles artificiels, scieries mécaniques, fabriques de toile peinte, fonderies, usines à fer, ateliers de construction,* etc.

En traitant du *peignage mécanique du lin, du chanvre et de la laine,* nous n'avons pas seulement décrit les machines en usage, montré leur jeu, leur travail, les ingénieux mécanismes qui les composent, mais encore nous avons fait l'historique des nombreux systèmes proposés jusque-là.

Il en est de même des *machines de préparation,* des *métiers* de différents genres employés dans les *filatures du coton ou des autres matières filamenteuses,* sujets que l'on ne peut épuiser et sur la plupart desquels nous devons revenir pour en montrer les derniers perfectionnements.

Certaines spécialités, comme la fabrication des *clous,* des *vis à bois,* des *épingles,* des *rubans de cardes,* qui offrent surtout de l'intérêt par les machines ingénieuses et plus ou moins compliquées qu'elles exigent, ont été dessinées et décrites avec des détails minutieux, afin de bien en faire voir le jeu et ressortir les parties essentielles, ce qui nous a paru d'autant plus nécessaire, qu'avant nous elles n'étaient pas connues. Il en est de même, au reste, de bien d'autres sujets que l'on n'avait pas sans doute osé aborder à cause des difficultés d'exécution qu'ils présentent. Ainsi les *métiers à tulle* et *à tricot,* les *continus* et les *selfacting,* qui effectuent les opérations les plus délicates avec une régularité extrême, peuvent être parfaitement étudiés et bien compris par les gravures et les explications imprimées dans notre Recueil.

A cet égard, le savant et illustre général Poncelet, en faisant, dans le rapport du jury international de 1851, l'historique des machines en usage en France et ailleurs, nous a fait l'honneur de citer souvent notre *Publication industrielle.*

Disons aussi que nous avons le soin de nous adresser, pour le choix de nos matériaux, aux hommes les plus compétents, aux mécaniciens les plus habiles comme aux ingénieurs les plus éclairés. Nous étant constamment occupé de la construction des machines, nous sommes peut-être mieux placé que personne pour savoir ce qui est réellement utile aux industriels. Ayant fait exécuter par milliers de chevaux des *moteurs hydrauliques et à vapeur,* par centaines de meules des *moulins de tous genres,* etc., nous connaissons les besoins des constructeurs, des manufacturiers, des contre-maîtres et des chefs d'établissement.

En présence de travaux si divers et si multipliés, qui sont encore augmentés par d'autres non moins variés sur les innovations que les inventeurs nous envoient chaque jour, on conçoit que nous soyons en mesure de répondre aux renseignements qui nous sont demandés; aussi, nos souscripteurs le savent, il s'est établi entre eux et nous des relations qui nous sont toujours fort agréables.

COMBUSTIBLES AGGLOMÉRÉS



MACHINE A MOULER

LES MENUS CHARBONS EN BRIQUETTES

Par MM. **MAZELINE** et Cᵉ, constructeurs de machines au Havre

(PLANCHE 1)

En donnant, dans le XIIIᵉ volume, la machine à mouler les menus charbons en boudins pleins et creux de M. David, nous avons averti nos lecteurs que nous ferions connaître dans tous ses détails l'ingénieuse machine à mouler en briquettes les menus charbons, de MM. Mazeline et Cᵉ. Comme on peut s'en convaincre à la simple inspection des figures de la planche 1ʳᵉ, cette machine diffère complétement de celle que nous venons de rappeler, et par ses dispositions mécaniques, et même par la nature de ses produits, connus sous le nom d'agglomérés ou *péras artificiels,* qui sont destinés tout spécialement au chauffage des grands foyers industriels et des générateurs à vapeur.

En Angleterre, où ce genre de combustible, désigné sous le nom de *patent-fuel*, est fort employé, divers procédés mécaniques et combinaisons de mélanges sont adoptés pour sa fabrication. Voici à ce sujet quelques renseignements que nous extrayons d'un article intéressant inséré dans le *Journal de l'éclairage au gaz :*

Patent-fuel de M. Wylam. — La distillation de la houille donne, comme on sait, des huiles légères, des huiles lourdes et du brai, qui trouvent dans l'industrie leur utilisation. Quand le brai, résidu de la distillation, est complétetement durci, M. Wylam le réduit en poudre sous des meules et le mélange avec du charbon menu dans la proportion de 1 à 4. Ce mélange est placé dans un distributeur qui l'amène dans des trémies au fond de chacune desquelles une paire de cylindres cannelés, mus par une transmission, alimente d'une manière régulière la cornue qui forme la partie principale de l'appareil.

Cette cornue, cylindrique, en fonte, est placée dans un fourneau ordinaire où

elle est maintenue au rouge sombre. Une vis d'Archimède se meut suivant l'axe de la cornue et pousse le mélange qui parcourt, en trois minutes environ, toute sa longueur (4m50). Il sort à l'état pâteux à l'autre extrémité et est amené par une chaîne à godets dans un réservoir où la matière est agitée et malaxée par des bras qui tournent, de façon à l'empêcher de se durcir.

De ce réservoir, elle arrive dans de grands moules où on la comprime de la manière suivante : les moules sont fixés sur une table ronde au-dessus de laquelle, en un point, se trouve la trémie alimentaire; ces deux points diamétralement opposés sont deux compresseurs hydrauliques. Les moules se remplissent sous la trémie, la table qui les porte tourne, et ils arrivent au compresseur, alors le piston descend et comprime à la fois la pâte dans six moules contigus; tandis que le piston remonte, une autre série de moules se présente et subit la même compression, en même temps que le piston du second compresseur, en descendant, pousse les briques de charbon hors des moules et les fait tomber en dessous, de sorte qu'elles n'ont plus qu'à recevoir l'estampille du fabricant[1].

L'analyse du *Patent-fuel* Wylam donne les résultats suivants :

Carbone.	76,60			
Hydrogène	5,15			
Oxygène	9,63	ou coke	Carbone. . . .	61,67
Azote	1,54	ou coke	Cendres. . . .	7,08
Cendres.	7,08	Matières volatiles. . . .		31,25
	100,00			100,00

Le brai employé dans la fabrication des combustibles artificiels a un poids spécifique de 1,01016 et a donné à l'analyse les résultats suivants :

Carbone.	73,56	100
Hydrogène	8,08	100
Oxygène	17,79	100
Cendres	0,57	100

Il ne renferme pas d'humidité hygrométrique, et le patent-fuel n'en absorbe, du reste, que 0,86 0/0.

L'examen de cette composition du brai montre quelle valeur cette substance doit avoir dans la fabrication d'un combustible destiné à obtenir rapidement de la pression quand on l'emploie pour les foyers des bâtiments à vapeur. La proportion considérable d'oxygène et d'hydrogène qu'il renferme augmente notablement la quantité de chaleur qu'il produit en brûlant et facilite beaucoup la combustion. Aussi, est-il reconnu qu'un combustible fabriqué avec des proportions convenables de cette matière et de menu charbon l'emporte sur tous les combustibles naturels pour l'emploi spécial des machines à vapeur destinées à la navigation.

Patent-fuel de Warlich. — Le procédé au moyen duquel ce combustible

1. Des procédés analogues de fabrication des péras artificiels sont appliqués depuis fort longtemps à Saint-Étienne et aux mines de Blanzy. Voir l'ouvrage de M. Payen, *Précis de chimie industrielle*, ou le IVe vol. du *Génie industriel*.

est obtenu a pour but de le rendre plus capable de supporter la chaleur à laquelle il est souvent soumis à bord des bâtiments à vapeur, surtout dans les latitudes tropicales. A cet effet, M. Warlich emploie des briquettes faites à peu près comme dans le procédé Wylam, mais il ajoute un peu de sel marin ou d'alun pour diminuer, dit-il, la quantité de fumée produite par la combustion et il les soumet, dans un four, pendant six à huit heures, à une température de 200° et au-dessus; le dégagement des matières gazeuses est facilité au moyen d'un appareil extracteur.

Patent-fuel de Bessemer. — Lorsqu'on chauffe certaines houilles à l'état de menu, à une température de 260° à 360°, elles s'amollissent, la portion bitumineuse de la houille arrivant à un degré de fluidité suffisant pour coller ensemble les petits fragments. C'est de cette propriété de la houille que M. Bessemer profite pour fabriquer, par la pression, des blocs ou briquettes de charbon aggloméré, possédant toutes les qualités de la houille dont ils sont formés, mais ayant, en outre, l'avantage d'être en morceaux de grosseur uniforme.

Le fourneau qui chauffe et ramollit la houille, la machine qui la comprime et le moteur nécessaire sont réunis de façon à ne former qu'un seul appareil. De plus, comme les produits sortent du fourneau encore à une haute température, en emploie cette chaleur perdue à la production de la vapeur nécessaire pour la machine.

Le fourneau employé est un four à réverbère dans l'intérieur duquel est montée une chaîne sans fin, de construction particulière, qui passe sur des tambours polygonaux. Près de l'extrémité de ce fourneau, la plus éloignée du foyer, se trouve une trémie dans laquelle on jette le menu charbon; cette trémie est munie d'un rouleau distributeur monté sur un arbre mobile au moyen d'une poulie fixée en dehors de la trémie. Le charbon tombe de celle-ci par son ouverture inférieure et est disposé en couche mince par le distributeur sur la chaîne sans fin qui le dirige du côté du foyer.

Voici encore d'autres procédés patentés en Angleterre pour la fabrication des combustibles artificiels de cette nature :

M. Bell a proposé d'employer du brai, de l'asphalte ou autre matière bitumineuse avec des charbons menus dans un mélangeoir où les bras et arbres du malaxeur seraient creux et chauffés par la vapeur, puis de mouler ensuite.

M. Dobrée chauffe les menus charbons, houilles, brandilles, etc., avec du brai, au moyen de la vapeur à haute pression, dans des vases fermés, afin d'amollir assez le mélange pour pouvoir être moulé.

M. Geary a proposé des briquettes formées d'un mélange de brai, de menus, de goudron, de sciure de bois et d'argile.

M. Oram emploie du goudron, des menus, de l'argile, etc., et comprime dans des moules après avoir mélangé et criblé.

M. Stirling emploie les matières ordinaires, mais expose ensuite les briquettes à une température de 120° environ.

M. Warlich chauffe ses briquettes à une température de 200 à 300° pour en expulser tous les éléments volatils.

M. Buckwell emploie simplement une énorme pression pour former des briquettes avec du menu charbon ou du poussier de coke.

M. Rees expose ces matières dans des moules à une température de 250 à 500°,

de sorte qu'après s'être ramollies partiellement, elles se collent et s'empâtent par le refroidissement et forment des masses solides.

M. Brooman emploie la gutta-percha comme matière agglomérante, et *M. Ransome* une solution de silice dans la soude pour le même but.

En Belgique et dans le nord de la France, on s'est aussi beaucoup occupé dans ces dernières années, de la fabrication des combustibles agglomérés. A l'usine de Bouffioulx, près Charleroi [1], ces produits sont obtenus par le mélange de houille menue en poussier avec du brai primitivement broyé dans un appareil spécial qui est composé d'un cylindre horizontal de $0^m,65$ de diamètre et de $0^m,30$ de longueur et animé d'une vitesse de 90 tours par minute. Ce cylindre est recouvert de plaques de fonte armées de dents pointues recourbées de section triangulaire, qui s'engagent, lorsque le cylindre tourne, dans des cannelures de forme correspondante, également en fonte, qui font partie d'une traverse placée sur l'un des côtés de la caisse qui renferme le cylindre. Le brai jeté dans cette caisse, et entraîné par les dents du cylindre, est forcé de passer entre ces cannelures entre lesquelles il se trouve broyé.

Le brai, après avoir été broyé et mélangé au charbon dans la proportion de 8 à 10 pour 100, est élevé par une chaîne à godets dans un malaxeur composé d'un cylindre vertical en tôle, ouvert en dessus. Le centre de ce cylindre est garni d'un arbre vertical portant des bras horizontaux armés de saillies, et animé d'une vitesse de rotation de 20 à 22 tour par minute. Le mélange est chauffé dans le malaxeur au moyen de la vapeur admise par deux tuyaux vers sa partie inférieure.

Par l'action de la vapeur, le brai se ramollit, devient pâteux, et lorsque le brai et le charbon peuvent se coller en les pétrissant dans la main, on dit que la *pâte est faite*. Il faut environ 4 kilogrammes de vapeur à 6 1/2 atmosphères pour chauffer 100 kilogrammes de pâte. Lorsqu'on reconnaît que le brai est suffisamment ramolli, on laisse tomber la pâte dans les moules, où il ne reste plus qu'à la comprimer.

Dans quelques usines, on emploie comme matières liantes, pour opérer l'agglomération des menus charbons, un mélange de brai et de goudron au lieu de brai seul. Dans ce cas, on fait fondre ensemble le brai et le goudron dans des chaudières ordinairement de forme rectangulaire. La proportion du brai dans le mélange est variable; il y entre quelquefois pour les 4/5 de son poids. Le charbon chaud est mû, dans un cylindre horizontal, par un arbre portant une hélice; le brai et le goudron sont reçus dans ce cylindre et se mêlent d'autant mieux au charbon que celui-ci est chaud.

De ce cylindre, le mélange tombe dans un malaxeur souvent chauffé par de la vapeur qui circule dans une double enveloppe; de là, la pâte est conduite dans un distributeur et ensuite dans les moules.

Les briquettes ainsi fabriquées sont généralement un peu molles; on les sèche dans des étuves accolées et dans lesquelles on les introduit au moyen de wagons en fer portant des étagères disposées pour recevoir les briquettes. On recueille un peu d'huile qui se dégage pendant la dessiccation des briquettes.

1. Nous empruntons quelques-uns de ces renseignements à une note de M. Gerondeau, sur l'agglomération des charbons menus, publiée dans la *Revue universelle*, sous la direction de M. Cuyper.

Les procédés de MM. Mazeline et Cie, en dehors des moyens mécaniques, consistent en principe à mêler ensemble les matières carbonées ou *combustibles pulvérisés*, et à faire passer à travers la masse un courant d'air chaud de vapeur ou d'autre gaz, afin d'en amollir les parcelles amollissables et de les agglomérer ou de les faire adhérer entre elles. Le courant d'air chaud *ou de vapeur traverse la masse quand les matières sont en mouvement.*

Nous ne nous arrêterons pas davantage sur ces procédés qui, naturellement, doivent recevoir des modifications dans la fabrication, suivant la qualité des produits que l'on veut obtenir ou la nature des matières que l'on veut employer, mais nous nous attacherons tout particulièrement à faire connaître, dans tous ses détails, l'ingénieuse machine imaginée par MM. Mazeline et Ce, dans le but d'effectuer les diverses opérations nécessaires pour obtenir ces produits dans de bonnes conditions manufacturières et commerciales[1].

Comme on le verra par la description détaillée que nous donnons plus loin, les auteurs ont cherché à réunir dans un *seul et même appareil*, les diverses opérations successives du mélange et du malaxage des matières, du moulage et du démoulage des briquettes, et à disposer tout le mécanisme de façon à produire beaucoup avec une grande rapidité et, par suite, avec une grande économie de temps et de main-d'œuvre.

Ainsi, la même machine comporte les trois parties essentielles connues sous le nom de :

Malaxeur ou Mélangeur,
Râteau mobile remplisseur,
Mouleur et Démouleur,

1. Parmi les conditions imposées aux fournisseurs d'agglomérés par l'administration de la marine française, il est dit : « Les briquettes devront être dures, sonores, homo-« gènes... La densité des charbons ne devra pas être inférieure à 1. 19. »

M. Gerondeau relate dans la *Revue universelle*, citée plus haut, les expériences suivantes qu'il a faites sur la densité des briquettes provenant de diverses fabrications :

Les briquettes de l'usine de Mülheim-sur-Ruhr (Prusse rhénane), fabriquées avec une machine Mazeline, ont 0^{m} 30 de longueur, 0^{m} 24 de largeur et environ 0^{m} 11 d'épaisseur; elles pèsent de 9 kil. 1/2 à 10 kil.; leur densité moyenne est de 1193. Ces briquettes sont sonores, ne sont pas hygrométriques, et la différence de densité des deux faces est à peine sensible, si elle existe réellement.

A l'usine de MM. Dehaynin père, fils et Ce, près Charleroi, on fabrique des briquettes prismatiques ayant 0^{m} 29 de longueur, 0^{m} 185 de largeur et 0^{m} 14 d'épaisseur; elles pèsent environ 9 kil. La matière liante est du brai pur, sans addition de goudron; la densité moyenne de ces briquettes est de 1^{m} 185.

A l'usine de MM. Duprat et Ce, à Marcinelle, près Charleroi, les briquettes sont cylindriques; elles ont 0^{m} 60 de diamètre et 0^{m} 16 de hauteur; la matière liante est du brai pur; elles pèsent près de 4 kilog.; leur densité moyenne est de 1^{m} 215, mais leur homogénéité est bien inférieure à celle des produits de l'usine de Mülheim-sur-Ruhr, et même à celle des briquettes de l'usine de MM. Dehaynin et Ce.

ces agents forment un ensemble complet, monté sur une même plaque de fondation, et mis en mouvement par un arbre de couche qui reçoit son action d'un moteur quelconque à l'aide de poulies et de courroies.

Quoique le mélangeur, proprement dit, ne soit pas nouveau, puisqu'il est employé déjà dans bien des circonstances, M. Mazeline lui a néanmoins apporté, comme constructeur, des améliorations utiles qui permettent de remplir les conditions essentielles d'un bon malaxage et d'une agglomération régulière, non-seulement en modifiant la construction entière, mais encore et surtout en y appliquant une disposition qui permet de bien distribuer la vapeur directe, afin de chauffer convenablement dans l'intérieur les matières combustibles. Les mécanismes du remplisseur et du mouleur présentent également des combinaisons nouvelles et sont tellement bien disposés qu'ils permettent de fonctionner avec une régularité parfaite et d'obtenir les meilleurs résultats.

C'est ce dont il sera facile de se rendre compte à l'examen des figures de la planche 1re, qui représentent les principales vues intérieures et extérieures de l'appareil complet.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL

REPRÉSENTÉ PAR LES FIGURES DE LA PLANCHE 1.

La figure 1 représente cet appareil en projection verticale, vu extérieurement.

La figure 2 en est un plan général vu en dessus.

La figure 3 est une coupe verticale, faite par l'axe du mélangeur, du remplisseur et du mouleur.

La figure 4 est une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 1-2 de la figure précédente.

La figure 5 est une seconde section verticale faite perpendiculairement à la précédente, suivant la ligne 3-4 de la fig. 1, en passant par l'axe même du mouleur proprement dit;

Et la figure 6 une coupe horizontale partielle suivant la ligne 5-6.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/40 d'exécution.

Enfin les figures 7 et 8 font voir en détail, à une échelle double des figures précédentes, les dispositions des robinets qui distribuent la vapeur à l'intérieur du mélangeur.

Ces figures montrent bien les différentes parties qui constituent tout le mécanisme combiné, comme nous l'avons dit, pour effectuer successivement et réciproquement chacune des opérations relatives :

1° Au malaxage, au mélange et à l'agglomération des matières com-

bustibles, avec l'application du chauffage direct par la vapeur envoyée et distribuée dans l'intérieur de l'appareil;

2° A l'agitation et à la conduite de la matière mélangée et au remplissage des moules qui doivent la recevoir;

3° A la compression de cette matière et au démoulage des briquettes qui, en sortant des moules, sont amenées au dehors de l'appareil par une toile sans fin.

En décrivant chacune de ces parties essentielles avec tous les détails nécessaires, ainsi que le mécanisme qui les met en mouvement, on reconnaitra sans peine leurs fonctions et les résultats qu'elles doivent donner dans la pratique.

MALAXEUR OU MÉLANGEUR.

La première partie de l'appareil, appelée Malaxeur ou Mélangeur, est une sorte de grande cuve ou cylindre en tôle A, d'une grande capacité, entièrement ouvert par le haut, où il est consolidé par un cercle en fer de cornière *a* et par un croisillon en fonte boulonné à l'intérieur; il est fermé dans le bas par un fond circulaire en fonte B, qui lui sert de support ou de socle élevé; une ouverture latérale *c'* (fig. 3) est ménagée sur le côté pour donner issue aux matières malaxées.

Ce cylindre est traversé dans toute sa hauteur par un axe vertical en fer C, qui se prolonge en contre-bas, au-dessous du fond (fig. 3), pour porter d'une part la roue d'angle C' par laquelle il reçoit son mouvement du moteur, et de l'autre la roue droite C^2 qui doit le transmettre, comme on le verra plus loin, au râteau ou remplisseur.

Cet arbre vertical est maintenu à son sommet par le croisillon *b*, vers le milieu par le second croisillon *b'*, et à sa base par la crapaudine en fonte *d*. Il est garni de plusieurs branches dentées D, alternativement courbes et droites, qui, entrainées dans son mouvement de rotation continu, triturent et mélangent les matières amenées à la partie supérieure du cylindre. Ces matières se trouvent d'autant mieux malaxées qu'elles sont échauffées, au fur et à mesure qu'elles arrivent, par des courants de vapeur qui se projettent dans toutes les parties.

A cet effet, la vapeur, au lieu d'entrer dans la cuve par une ouverture unique, s'y introduit, au contraire, par plusieurs tubulures à la fois, et au lieu d'y pénétrer par un seul jet, se répartit en un grand nombre de petits trous. Les figures d'ensemble 1, 2, 5, et les détails 7, 8, font bien voir la disposition adoptée par le constructeur pour atteindre ce résultat. On voit que chaque tubulure se compose d'une boite en fonte terminée par un tube conique qui pénètre d'une certaine quantité dans l'intérieur de la cuve; la boite contient une soupape à siége conique *e'*, que l'on peut ouvrir ou fermer à volonté lorsqu'on veut établir ou interrompre la communication.

A cet effet, la tige des soupapes traverse un presse-étoupe et reçoit une petite poulie e^2. Il suffit, pour faire manœuvrer simultanément les quatre soupapes, de faire passer une corde sur les poulies qui se commandent alors l'une par l'autre. La vapeur arrive par le tuyau e^3 (fig. 2), et se rend dans les quatre petits appareils qui communiquent entre eux par des tuyaux.

Cette disposition, qui est très-simple, d'une application facile, est surtout avantageuse dans cette opération, parce qu'elle permet de porter la chaleur jusqu'au centre même du cylindre, et par suite dans toute la masse de matière dont elle active ainsi l'agglomération. Elle doit donc être regardée comme apportant une amélioration notable à l'appareil.

Remarquons que le fond B du cylindre (fig. 3) est un peu conique au lieu d'être plan, afin de faciliter la sortie de la pâte, et que le croisillon D′, qui reste et tourne sur ce fond, a ses branches cintrées pour chasser la pâte vers la circonférence et par suite vers l'orifice de sortie *c*.

Un registre mobile en tôle *c′*, appliqué à l'extérieur de la cuve et glissant entre des coulisses, sert à régler cette ouverture selon la quantité de matière que l'on veut faire sortir à la fois, et à la fermer complétement quand on le juge nécessaire.

RATEAU MOBILE OU REMPLISSEUR.

L'organe très-utile pour amener la pâte aux moules qui doivent en former des briquettes est le râteau mobile E nommé le *remplisseur*. Ce râteau a cinq branches ou palettes mobiles *f*, et marche d'une manière continue, tandis que le nombre de moules qui composent le mouleur proprement dit est de dix, et il ne tourne sur lui-même que par intermittence; or, tout le mécanisme est disposé de façon que chaque moule stationne deux fois justement sous les palettes, il en résulte que le remplissage est plus certain et en même temps beaucoup plus parfait.

Ce râteau ou agitateur mobile n'est pas d'une seule pièce avec sa ses palettes, mais il se compose d'un moyeu en fonte à cinq bras qui est fixé sur l'arbre vertical F, parallèle au précédent C dont il reçoit le mouvement par la roue droite C^2, laquelle engrène avec le pignon intermédiaire G; et par le pignon droit G′, ajusté vers l'extrémité inférieure dudit arbre.

Les branches ou palettes *f*, qui sont en fer, cintrées et dentées à leur base, sont rapportées par les boulons aux bras du râteau, de sorte qu'on peut toujours les remplacer très-facilement en cas de rupture.

L'arbre vertical F est aussi, comme le premier, maintenu vers le haut par un croisillon en fonte *g*, qui lui sert de collier, et dans le bas, par une crapaudine *g′*, dont on règle la place exacte par des vis de centrage,

sur le bâti de fonte H, qui est relié solidement à la chaise ou tabouret fondu avec le fond conique B du cylindre mélangeur.

Les palettes du râteau tournent sur la base plane et circulaire d'une sorte de cuvette cylindrique I, dans laquelle tombe la matière malaxée, quand l'orifice de sortie *c* est ouvert, et que l'appareil est en fonction. Une sorte de chapeau conique en tôle I′ surmonte cette cuvette pour empêcher que la pâte entraînée dans la rotation des palettes ne s'élève au-dessus, et ne s'échappe au dehors.

C'est aussi dans le but d'obliger les parties qui arriveraient sur le centre de retomber vers la circonférence, que la portion centrale de la cuvette présente la forme d'un cône très-prononcé. Par cette disposition et par celle des palettes courbes dentées, on est toujours certain que toute la matière est apportée aux moules.

Deux autres mouvements sont pris sur le même arbre vertical F, l'un pour chasser la briquette lorsqu'elle sort de son moule, l'autre pour faire marcher la toile sans fin qui doit la recevoir; nous décrirons plus loin ces deux mouvements, lorsqu'on aura vu l'opération du moulage et du démoulage.

MOULEUR ET DÉMOULEUR.

On comprend que le moulage et le démoulage des briquettes forment naturellement l'opération la plus délicate et la plus importante de toute la machine.

En effet il faut d'un côté que les briquettes se compriment avec une parfaite régularité et à un degré convenable, et d'un autre côté que l'opération se fasse avec toute la rapidité nécessaire pour produire beaucoup et économiquement.

Dans ce but le constructeur a cherché à multiplier le nombre des moules en les rapprochant autant que possible pour éviter les temps perdus, et puis, au lieu d'imprimer au mouleur proprement dit un mouvement de rotation continu, il a, au contraire, combiné un mouvement de rotation circulaire intermittent qui est beaucoup plus favorable au remplissage comme à la compression et au démoulage.

Ainsi le mouleur se compose d'un fort disque ou plateau en fonte J, qui présente sur sa circonférence dix cases rectangulaires correspondant exactement à la forme et aux dimensions que l'on veut donner aux péras. Les parois de ces cases ou des moules sont garnies de tôle d'acier que l'on peut remplacer à volonté après l'usure, et qui facilitent le jeu des pistons comprimeurs.

Le plateau J, ou forme tournante, est alésé à son centre pour tourner très-exactement autour de la colonne verticale K, qui fait partie de la plaque en fonte H, formant le bâti de la machine, et se trouve par cela même relié avec les autres parties qui précèdent d'une manière très-so-

lide. Il repose sur la base de cette colonne par plusieurs galets coniques *h*, qui en rendent le mouvement plus doux, diminuent notablement les frottements. Ces galets sont mobiles sur les tourillons en fer qui les traversent et qui sont portés par un cercle commun embrassant la colonne (fig. 3, 5 et 6).

Sur la base supérieure de celle-ci est boulonné un socle cylindrique en fonte L, destiné à recevoir le cylindre à vapeur M, dont le piston doit opérer et maintenir la pression exercée sur la pâte introduite dans les moules pour former les briquettes. Pour cela le cylindre est muni d'un tiroir de distribution *l*, qui permet à la vapeur de passer sous le piston N, pour faire monter et par suite soulever le fort levier ou balancier en fonte O, auquel sa tige *m*, prolongée jusqu'à la partie inférieure de l'appareil, est assemblée par articulation avec un certain jeu, afin de permettre à ce levier d'osciller autour de son point fixe *n* (voy. fig. 5 et 6).

Or, ce levier est disposé pour recevoir une espèce de genouillère *o*, qui se termine à sa partie supérieure par une surface courbe, afin de s'appuyer constamment dans l'axe des tasseaux des pistons compresseurs P. Cette genouillère est alors obligée de suivre les oscillations imprimées au balancier, et par conséquent, quand elle s'élève, elle force aussi le tasseau compresseur sous lequel elle se trouve à s'élever de la même quantité.

Cet effet a justement lieu au moment où le moule qui a reçu précédemment la quantité de pâte nécessaire pour être rempli se présente sous la plaque d'assise L′, qui est fondue en prolongement du socle L, avec de fortes nervures reliées par des boulons qui traversent les deux colonnettes L², lesquelles sont fondues avec la plaque du bâti de façon à donner à cette partie de la machine toute la résistance voulue. Il en résulte que la matière est fortement comprimée dans l'espace prismatique compris entre cette plaque dressée et le tasseau inférieur, de telle sorte que le volume de la briquette obtenue *j* en est considérablement réduit, puisque celui-ci s'est élevé d'une quantité égale à l'amplitude que le balancier O a communiquée à la genouillère *o*.

Lorsque cette compression des briquettes a lieu d'un côté, il faut que le démoulage s'opère de l'autre, pendant que d'autres moules entièrement vides se remplissent. Nous allons montrer que ces diverses conditions sont exactement obtenues par les dispositions mécaniques appliquées à cette machine.

Faisons d'abord remarquer que les tasseaux compresseurs P ne sont pas de simples dés en fonte ajustés dans les moules; ils présentent bien dans leur partie supérieure une base rectangulaire, rigoureusement de même section que celle des moules, mais ils sont évidés latéralement, puis terminés à leur partie inférieure par une surface plane, qui repose sur un plan incliné Q rapporté à l'extérieur et sur la base du bâti en fonte H.

Ce plan incliné a pour objet de soulever les tasseaux, pendant la rota-

tion même que toute la forme tournante reçoit après chaque moulage complet, jusqu'à ce qu'ils se trouvent dans une position un peu plus élevée que celle indiquée à gauche de la figure 3, c'est-à-dire jusqu'à ce que leur base soit de niveau avec le plan supérieur du plateau mouleur. A cet instant la briquette comprimée *j*, est entièrement sortie de son moule d'où elle a pu se dégager successivement au fur et à mesure qu'elle était soulevée par le tasseau, parce que le moule est tout à fait à découvert, au moment où le plan incliné commence son action.

Dès que le tasseau est ainsi arrivé à la position la plus élevée, la briquette *j* est chassée par la main mobile *q*, qui est garnie d'un cuir mou afin de ne pas lui former d'empreinte en la touchant. Cette main, mue par le levier *q'*, conduit la brique sur la toile sans fin R, qui l'amène au dehors de l'appareil, où elle est prise et transportée en lieu convenable.

MOUVEMENTS COMBINÉS DES DIVERSES PARTIES DE L'APPAREIL.

Pour que chacune des opérations successives dont nous venons de parler se fasse en mesure, avec toute la précision mathématique qu'elle exige, tous les mouvements sont produits par le moteur même, de façon à être complétement automatique, et sans que l'homme y mette les mains.

Déjà on a remarqué que l'axe vertical C du mélangeur reçoit son mouvement de rotation de l'arbre moteur S, faisant environ vingt tours par minute, au moyen du pignon d'angle S' de 0m250 de diamètre, qui commande la roue plus grande C' d'un mètre. Nous avons aussi indiqué que cet axe C transmet son mouvement à celui de l'agitateur, animé alors d'une vitesse de cinq révolutions par minute, par la roue droite C^2, qui, lorsqu'on engage dans son moyeu, ajusté libre, le manchon d'embrayage *t* (fig. 3), la rend solidaire avec lui et lui permet de commander le pignon droit G. Ce pignon tourne librement sur son pivot fixe *t'* et engrène toujours lui-même avec le second pignon du grand G', dont le diamètre est dans le rapport de 3 à 2.

La manœuvre du débrayage est effectuée à l'aide de la manette S^2 (fig. 4) calée à l'extrémité de l'arbre horizontal *s*, qui porte la fourchette *s'*, engagée dans la gorge du manchon d'embrayage.

La douille du pignon G est fondue avec une manivelle reliée par articulation avec l'espèce de bielle à rochet T, laquelle, maintenue et guidée par la tringle mobile T', s'appuie constamment contre la circonférence extérieure évidée du plateau mobile, et s'engage successivement dans les encoches *u*, qui y sont pratiquées de distance en distance.

Il résulte de cette disposition qu'à chaque révolution de la manivelle fondue avec le pignon G, la bielle à rochet force le plateau mouleur à pivoter sur lui-même d'une certaine quantité, laquelle est ici combinée de

manière à correspondre à 1/10 de tour, parce que le plateau porte dix moules. Et comme, d'une part, le plateau E, qui porte les palettes mobiles *f* fait, d'après le rapport établi entre les engrenages précédents, deux révolutions sur lui-même lorsque la manivelle en fait trois, et que, de l'autre, plusieurs moules restent à découvert constamment sous ces palettes, il s'ensuit que pour un déplacement successif de trois dixièmes de tour du plateau mouleur, il y a dix palettes qui ont nécessairement passé sur chaque moule pendant qu'il s'est déplacé trois fois.

On est alors bien certain que la matière agglomérée, sortant du mélangeur et amenée dans les moules par le râteau, y arrive toujours en suffisante quantité, s'y tasse régulièrement, et remplit complétement chaque moule successif.

Les autres mouvements sont pris sur le second arbre vertical F, comme on va le voir, afin que lorsqu'il ne tourne pas, et que par conséquent l'agitateur ou le râteau lui-même ne fonctionne pas non plus, toutes les parties du mécanisme concernant le moulage et le démoulage soient aussi complétement arrêtées.

Ainsi, on voit d'abord vers le milieu de l'arbre F une roue d'angle R′ (fig. 3) qui est destinée à transmettre son mouvement à la toile sans fin R, et qui pour cela engrène avec un pignon semblable *r*, placé sur l'axe horizontal en fer R^2 (fig. 4), lequel se prolonge pour porter le pignon r', qui commande l'arbre r^2, muni du tambour cylindrique R^3, sur la circonférence duquel passe la toile sans fin.

De plus, au sommet du même arbre F est claveté une petite roue d'angle t^2, qui engrène avec le pignon t^3 pour commander l'axe horizontal en fer *v*. Celui-ci porte à l'autre extrémité un disque en fonte excentré U, qui est combiné pour faire marcher : 1° le levier de la main mobile *q*, en agissant sur un culbuteur V, dont la queue est assemblée par articulation avec la tête dudit levier; 2° l'équerre en fer X qui se relie à la tige de distribution *l* par le tirant d'excentrique *x*, que l'on peut embrayer ou débrayer à volonté.

On doit comprendre sans peine que cette partie du mécanisme est réglée d'avance, de telle sorte que toutes les pièces opèrent à propos tous les mouvements voulus. C'est, au reste, ce que l'on peut aisément reconnaitre en suivant les diverses fonctions de l'appareil.

JEU DE LA MACHINE.

On a déjà pu comprendre, en lisant la description générale que nous venons de donner de tout le système mécanique, la plus grande partie des opérations successives qu'il permet d'effectuer. Nous ne pensons donc pas qu'il soit nécessaire, pour bien en faire voir le jeu, d'entrer à ce sujet dans de grands développements. Il suffit de se rappeler que le charbon, pris dans le chantier même, est jeté dans une fosse ou

trémie inférieure placée en contre-bas du sol. Une vis de meunerie, à filets allongés et animés d'une vitesse de dix tours par minute, conduit ce charbon à une chaîne à godets qui l'élève et le verse entre deux cylindres en fonte, animés seulement d'une vitesse de trois tours par minute, et destinés à concasser les gros morceaux, de façon à les rendre tous menus à peu près de même grosseur.

Au-dessous de ce moulin concasseur est disposé une trémie et un petit moulin à noix pulvérisateur, qui distribue, dans une proportion convenable, la matière liante nécessaire à l'agglomération. La matière, après avoir reçu cette première préparation, est parfaitement malaxée et chauffée par des jets de vapeur dans la cuve cylindrique A, puis après est amenée par le râteau mobile E dans les moules successifs du plateau tournant J où elle est fortement pressée, puis soulevée et chassée, et enfin conduite au dehors par la toile sans fin R.

Or il faut, comme nous l'avons dit, que tout le mécanisme de transmission de mouvement soit bien combiné pour que ces diverses opérations s'effectuent à propos, aux instants voulus, sans confusion et cependant avec une grande célérité.

Ainsi, dans la rotation de l'axe horizontal *v*, lorsque d'un côté le culbuteur fait marcher le levier à main *q'* pour chasser la briquette sortie de son moule, de l'autre côté l'excentrique U agit sur l'équerre X pour faire lever le tiroir quand le tasseau compresseur, descendu au bas de sa course, doit remonter pour comprimer la briquette. La vapeur, arrivant du générateur par le tuyau d'admission Y, s'introduit alors dans le cylindre moteur M par l'orifice inférieur *y* (fig. 5) qui est ouvert, et pousse le piston moteur N de bas en haut; ce dernier entraîne le balancier O dans cette marche ascensionnelle, et force, par suite, le tasseau sous lequel s'appuie la genouillère *o* à s'élever en même temps d'une quantité proportionnelle; mais à mesure que le piston monte, le tiroir se ferme et l'introduction de la vapeur est bientôt interrompue; le péra est suffisamment comprimé, seulement le tasseau qui l'a pressé change de position en même temps que le plateau mouleur qui est déplacé par la bielle à rochet.

Pendant cette marche, le tasseau doit continuer à s'élever, afin de chasser le péra jusqu'à la partie supérieure du plateau ; cet effet se produit comme on l'a vu par les plans inclinés, tandis que le piston moteur continue à monter par l'expansion seule de la vapeur qui le presse jusqu'au haut du cylindre ; mais alors le tiroir de distribution est descendu pour établir la communication entre la lumière d'entrée et la lumière de sortie *y*, permettant ainsi à la vapeur qui vient de produire son action de s'échapper en dehors par l'ouverture d'échappement *z* (fig. 3), ménagée sur le haut du couvercle. Au besoin, par économie, on peut envoyer cette vapeur d'échappement dans la cuve à mélange.

Il en est de même de toutes les parties du mécanisme qui fonctionnent

ainsi avec une harmonie parfaite et avec une rapidité telle que l'on peut aisément fabriquer 30 briquettes par minute, soit 1,800 briquettes par heure.

Le poids moyen de ces briquettes est d'environ 10 kilogrammes chacune; on voit donc que l'on peut arriver aisément à agglomérer, avec une telle machine, 200 tonnes de menu en 12 heures de travail.

EXAMEN DES MACHINES ET APPAREILS

PROPOSÉS POUR L'AGGLOMÉRATION DES MENUS COMBUSTIBLES.

Les moyens imaginés et appliqués pour opérer mécaniquement la compression des briquettes combustibles ont beaucoup d'analogie avec ceux employés pour fabriquer les briques, les tuiles et carreaux, mais pourtant ils doivent en différer en ce qu'ils ont à satisfaire à d'autres conditions. Ainsi la compression a besoin d'être beaucoup plus énergique et par conséquent ne peut être obtenue de la même manière et avec les mêmes moyens. Pour faire les briques, la matière est relativement fine et malléable, tandis qu'il n'en est pas de même faisant usage des menus charbons, du coke ou de la tourbe qui entre dans la composition des combustibles agglomérés. Aussi, presque toutes les machines destinées à ce dernier usage sont-elles pourvues des dispositions particulières que nécessite cette fabrication spéciale.

Nous allons examiner, en suivant autant que possible l'ordre chronologique, les principales dispositions des diverses machines qui ont fait le sujet de demandes de brevet, tant en France qu'en Angleterre et en Belgique, dans ces dernières années.

Sous ce titre : *Procédé propre à obtenir les tourbes comprimées*, M. Tenaud, à Montour, a pris un brevet le 25 juillet 1837. La machine proposée par M. Tenaud est composée d'un gros cylindre en bois de 1 mètre de diamètre, et muni de cinq parties saillantes de 10 centimètres sur 15 de largeur, qui sont recouvertes de plaques en tôle légèrement cannelées. De petits cylindres peu espacés entre eux et tous de même diamètre reposent au-dessous du grand; ils roulent sur leur axe dans des coussinets, lorsque la boite à compartiments, qui contient la tourbe et qui est entraînée par le gros cylindre, a passé entre eux et celui-ci. La position inclinée qu'ils ont est nécessaire pour que la boite roule et puisse passer plus aisément lorsqu'on la présente. Les boites sont disposées de telle sorte que les saillies du grand cylindre viennent s'encastrer entre leurs parois, et sont ainsi maintenues entre ces parois à mesure qu'elles s'enfoncent davantage, jusqu'à ce qu'elles s'y soient logées de 10 centimètres, et aient ainsi réduit la tourbe que les boites contenaient à 5 centimètres.

La moitié des lames qui doivent diviser la tourbe sont attachées à des plaques introduites dans des coulisses pratiquées sur les côtés de la boite, et qui servent à les maintenir dans une position verticale au moment où s'exécute la pression; l'autre moitié des lames sont fixées dans le fond de la boite; la surface de chaque

plaque est hérissée de petites rainures qui obligent celles des jantes du cylindre à s'y engrener et à entraîner ainsi avec plus de facilité, entre le grand et les petits cylindres, les boîtes contenant la matière à presser.

1839. — *Perfectionnement dans la composition, la préparation et l'emploi d'un nouveau combustible,* par M. Lamb, de Londres.

L'invention consiste : 1° dans la composition du combustible ; 2° dans les machines pour le préparer ; 3° dans les cheminées et foyers pour le brûler. Deux machines à mouler sont proposées ; la première est composée d'une table portée sur des rouleaux de frottement ; cette table est munie de planchettes ou cloisons transversales fixées à égale distance l'une de l'autre et de même hauteur, qui forment autant de canaux ou moules parallèles destinés à recevoir la pâte qu'on a jetée sur la table. Au-dessus de celle-ci est disposé un gros rouleau, mobile à l'aide d'une bielle à laquelle est attaché un levier mu par une manivelle. Un mouvement alternatif de va-et-vient étant ainsi imprimé à ce rouleau lui permet de comprimer fortement la pâte dans chaque moule, d'où elle sort en longs parallélipipèdes qui sont ensuite divisés transversalement au moyen de couteaux circulaires qui agissent au fur et à mesure de l'avancement de la table. Celle-ci continuant à avancer à une certaine distance dépose sa charge sur une toile sans fin, d'où elle est enlevée pour être mise à sécher à l'air, sous un hangar ou dans une chambre chauffée.

La seconde machine est composée d'une trémie qui reçoit les matières suffisamment mélangées et triturées, et les dirige dans une boîte disposée de manière à ce que son extrémité inférieure soit fortement pressée contre le bord d'une roue mobile à moules. Celle-ci en tournant reçoit la partie supérieure d'une série de poussoirs pressés par des excentriques. Avant d'atteindre le point de sortie des moules, qui se trouve à la face inférieure et extrême des excentriques, les briquettes de combustible tombent sur une planche disposée au-dessous. Aussitôt que les moules sont vidés, ils atteignent en tournant la circonférence d'une roue munie de chevilles, destinées à repousser les poussoirs engagés dans les moules qui, étant libres alors, sont prêts à recevoir une nouvelle charge.

1842. — *Machine et procédé propre à la fabrication des mottes,* par MM. Cozé et Bonjour.

Ce système se compose d'un tambour garni de mamelons servant à presser la matière dans les moules. Ceux-ci sont reliés entre eux par des attaches qui en font une chaîne sans fin en passant sur deux tambours ; ils n'ont pas de fond adhérent ; c'est un plancher qui leur en tient lieu pour conserver la matière qui leur est distribuée par une trémie garnie d'un distributeur formé de deux arbres armés de dents ou palettes.

1844. — *Machine principalement destinée à mouler des briquettes avec des escarbilles, des fraisils et menus charbons ou autres substances, pour en obtenir une combustion complète,* par M. Desaulle.

Cette machine est composée d'un bâti mobile au milieu duquel est monté dans des paliers un arbre horizontal muni de cammes destinées à faire mouvoir deux tiges terminées par des pistons. Ces pistons refoulent la matière dans des moules surmontés de trémies placées aux deux extrémités du bâti. Des leviers sont disposés pour chasser des moules les briquettes agglomérées.

1845. — *Presse à mouler,* par M. Coré.

Cette presse est formée d'un axe vertical mobile fixé à un plateau horizontal

muni de moules. Un second plateau reçoit les briquettes moulées. La matière distribuée par une trémie est maintenue dans les moules par une couronne, et elle y est comprimée par le piston qui reçoit un mouvement vertical donnant la pression. Un mouvement semblable est communiqué à une tige munie d'un piston démouleur qui chasse la briquette sur une table disposée à cet effet.

1845. — *Machine à comprimer les matières moulées*, par MM. Coré et Fichet. Elle est composée d'un tambour muni de moules sur sa circonférence, et animé d'un mouvement de rotation continu. Tangentiellement à ce premier tambour est disposé un second tambour muni des contre-moules. Au-dessus du premier est placée la trémie contenant la matière à mouler distribuée par un arbre à palettes, et au-dessous la chaîne sans fin destinée à recevoir les produits. Le fond des moules est formé de pièces mobiles, au moyen de tringles articulées actionnées par des galets.

1845. — *Machine à compression*, par M. Middleton, à Londres.

Cette machine, appliquée aux combustibles artificiels, consiste en une série de moules montés sur un plateau horizontal circulaire et tournant. Ces moules sont amenés successivement sous une trémie stationnaire qui fournit la composition que l'on veut comprimer; ils sont ensuite dirigés sous un piston qui donne la pression convenable à la composition, laquelle est ainsi convertie en tourteaux ou en briquettes. Les moules sont alors portés successivement jusqu'à ce qu'ils arrivent au-dessus d'une ouverture placée dans le plateau fixe et circulaire qui forme le fond desdits moules; au moyen d'un piston mobile à travers cette ouverture, les tourteaux de combustible comprimé sont démoulés mécaniquement et enlevés ensuite à la main. (Voir le dessin et la description complète de cette machine dans le VIe volume du *Génie industriel.*)

1846. — *Procédés de fabrication des combustibles industriels*, par M. Bertram. Ils constituent une série de moules articulés comme une chaîne sans fin se déplaçant horizontalement. La distribution de la matière dans les moules est effectuée par une trémie verticale garnie d'agitateurs. A gauche de ces moules est monté le cylindre d'une presse hydraulique dont le piston comprime les briquettes; à droite est une seconde presse servant à les détacher.

1849. — *Perfectionnement dans les mécanismes destinés à mouler et à presser le combustible artificiel, les briques et briquettes*, par M. Snowdon.

Ce système se compose d'une table en fonte animée d'un mouvement rectiligne de va-et-vient horizontal, et percée de trois ouvertures rectangulaires dans lesquelles s'opère le moulage de la matière, qui est distribuée par une trémie en fonte ajustée à frottement doux sur cette table. Le centre de cette trémie présente une partie pleine qui sert de fond au moule quand s'effectue le moulage de la briquette. A cet effet un piston est monté au centre de l'appareil, vers l'extrémité d'un levier d'une assez grande longueur, mû par un arbre à manivelle. La matière moulée dans le moule du milieu, et le piston descendu par le fait de l'abaissement du levier moteur, la table se déplace de droite à gauche, par exemple, et présente à l'action du piston le moule de droite qui, durant son passage au-dessus de la trémie, s'est empli. Le levier en remontant soulève de nouveau le piston qui comprime la matière dans ce second moule. Pendant ce temps un piston démouleur, monté latéralement sur la paroi extérieure de la trémie, chasse la briquette du premier moule. Puis un mouvement semblable au précédent, mais en sens contraire, soumet le moule de gauche à l'action du



mouleur, tandis qu'un débourreur placé à gauche de la trémie fait tomber la briquette moulée précédemment.

1850. — *Procédés propres à reconstituer toute espèce de poussier et matières menues pour en faire de nouveaux produits,* par M. Moreau.

A ce brevet primitif, MM. de Coutard et Moreau ont ajouté dix certificats d'additions; deux machines sont décrites. La première consiste en deux grands châssis verticaux garnis de pilons et montés l'un près de l'autre entre des montants en bois dans lesquels ils peuvent se déplacer verticalement; ils sont suspendus par des courroies à la circonférence de deux poulies reliées par une bielle. A l'aide d'un levier on fait tourner ces poulies de telle sorte que l'un des châssis descend, tandis que l'autre monte, et réciproquement. Les pilons dont ils sont garnis compriment ainsi alternativement la matière que l'on introduit dans les moules placés au-dessous des châssis.

La seconde machine consiste en deux cylindres horizontaux dans lesquels la matière est introduite par une trémie. Une machine à vapeur est disposée entre ces deux cylindres, et la tige de son piston actionne à droite et à gauche les *pistons-mouleurs* renfermés dans les deux cylindres. On peut voir la description complète et le dessin de cette machine dans le IXe volume de ce Recueil.

1850. — *Système pour transformer le charbon de terre menu en briquettes,* par M. Vylder. Il consiste en une longue table horizontale en fonte sur laquelle sont ajustés : 1° un châssis à moule mobile dans le sens de la longueur, au moyen d'une crémaillère et d'un pignon; 2° une série de dix foulons mobiles transversalement par une crémaillère et un pignon ; 3° des guides montés vis-à-vis des foulons pour recevoir la pression exercée sur la matière renfermée dans les moules du châssis qui glisse entre ces guides et les foulons. Tandis que dix moules sont en dehors de la table pour être emplis de matière, dix autres moules sont placés entre des guides et des foulons compresseurs ; puis on fait avancer les dix premiers moules que l'on débourre pour les remplacer et les soumettre à la compression, et ainsi de suite.

1850. — *Perfectionnements apportés à une machine propre à fabriquer les mottes à brûler,* par MM. Péluche et Bijon. Cette machine est composée d'une série de moules et de pilons qui sont placés les uns à côté des autres, de façon à ce que le mouvement communiqué par un moteur quelconque soit transmis à des arbres qui actionnent toutes les pièces mobiles. Chaque série ou élément se compose de cinq moules ajustés dans un couloir, présentant une portion horizontale de la longueur des cinq moules, puis une partie arrondie par laquelle ils descendent sur un plan incliné, d'où ils remontent par un arc de cercle reprendre la place qu'ils occupaient primitivement, exactement comme le feraient des godets attachés à une chaîne sans fin passant sur deux roues d'un diamètre inégal. Ce mouvement est communiqué aux moules par un bras de levier fixé sur un arbre longitudinal animé d'un mouvement de rotation continu, et venant s'engager dans des ouvertures pratiquées au fond des moules. Sur les cinq moules, quatre sont simultanément chargés de matière, tandis que le cinquième revient à son point de départ. Ainsi, en même temps que le premier se charge par une trémie supérieure, le second reçoit l'action d'un premier pilon qui commence l'agglomération, le troisième subit la pression d'un deuxième pilon finisseur plus énergique, et le quatrième est débourré par un piston qui chasse la briquette et la fait tomber sur une toile sans fin montée au-dessous du

moule, au milieu du couloir. Le premier pilon bat dix coups dans le moule avant que celui-ci se déplace pour se présenter à l'action du second pilon finisseur. Ce dernier bat quatre coups sur la matière dans le même temps, puis le moule se déplace pour se présenter à l'action du débourreur. Les pilons agissent au moyen de contre-poids fixés au sommet de leurs tiges ; ils sont soulevés par des cammes montées sur des axes horizontaux commandés par l'arbre moteur, avec des rapports de vitesse convenable pour que, quand l'un fait quatre révolutions, l'autre en fasse dix.

1850. — *Machine à faire des combustibles artificiels,* par M. Wanweddingen. Elle se compose d'un plateau mobile, monté horizontalement sur un arbre vertical et garni de quatre moules ; deux sont placés vis-à-vis, diamétralement opposés, et les deux autres de la même manière, mais perpendiculairement aux premiers. Un levier muni de deux pistons est disposé au-dessus de ce plateau ; son centre d'articulation est à l'une des extrémités, en dehors du plateau, et la puissance qui le fait osciller sur ce centre est appliquée au bout opposé. Il en résulte que les courses des deux pistons sont inégales. Le premier piston, le plus près du centre, ayant plus de puissance et moins de course, sert de mouleur, et le second de démouleur pour chasser la briquette en dehors du moule dont le fond fixe, qui fait partie du bâti, est percé au-dessous de ce deuxième piston.

1851. — *Préparation et compression de la tourbe au moyen d'une presse mécanique,* par M. Hamon. Deux machines ont été proposées par cet inventeur : la première est composée d'un plateau rectangulaire horizontal, qui est mobile verticalement, au moyen d'une camme montée sur un arbre vertical. Ce plateau se meut dans un cadre fixé au bâti et disposé pour recevoir les moules. Un couvercle en fonte recouvre ce plateau quand la tourbe est renfermée dans les moules; dans cet état, il reçoit la pression du plateau ; on le soulève ensuite à l'aide d'une pédale, puis on le place sur le côté en agissant sur une poignée ; la tourbe comprimée est alors enlevée et remplacée par d'autre.

La seconde machine se compose de deux plateaux mobiles verticaux au moyen d'une camme montée entre eux sur un arbre horizontal. (Voir le dessin de cette machine et sa description dans le volume XV du *Génie industriel.*)

1851. — *Procédés de fabrication des briquettes combustibles,* par M. Morat.

Les appareils destinés à cette fabrication ont été construits dans les ateliers de M. Cavé, à Paris. Ils reposent sur : 1° l'emploi des matières coagulantes entièrement purgées et rectifiées ; 2° le séchage et l'agglomération par compression.

Ces moyens sont divisés en une série d'opérations successives, rangées dans l'ordre suivant : 1° triage des menus charbons sur une grille calibrée. Comme accessoires à cette opération il y a broyage des morceaux trop gros pour passer à travers les mailles, et deuxième passe des mêmes morceaux ; 2° élévation de ces matières par une chaîne à godets se déversant dans un premier cylindre horizontal chauffé à la vapeur; 3° chauffage et séchage s'opérant dans ledit cylindre par l'action simultanée de la vapeur et du mouvemeut des matières au moyen d'une vis d'Archimède ; 4° mélange du goudron dans un deuxième cylindre placé sur le prolongement du premier, chauffé comme celui-ci à la vapeur, au moyen d'une double enveloppe, et muni à sa partie supérieure d'un réservoir à goudron distillé; 5° sortie des charbons mélangés avec goudron, dont la liaison et l'agglo-

mération sont alors parfaites, et transport continu de ces matières dans des moules spéciaux destinés à la pression ; 6° pression sèche opérée par un marteau-pilon à vapeur ou à camme.

1852. — *Système complet de manipulation de la tourbe*, par MM. Pauton et Subtil, comprenant un grand nombre de machines. Celle destinée à la compression des briquettes se compose d'un long châssis sur lequel sont placés, de distance en distance, des rouleaux en bois frettés en fer; celui du milieu est en fonte, parce qu'il est destiné à supporter la pression qu'exercent sur les moules deux cylindres compresseurs montés au-dessous de ces rouleaux sur un même axe horizontal. Sur les rouleaux repose une table en chêne divisée en deux parties par des cloisons formant deux moules. Dans le fond de ces moules sont placées deux planches sur lesquelles la tourbe est comprimée, et qui servent à transporter les briquettes au séchoir, au moyen des petits chariots placés aux extrémités de la machine, sur un tréteau. La tourbe est préalablement jetée dans une trémie qui, divisée en deux parties par une cloison légère en bois, distribue la tourbe dans les moules de droite et de gauche. Le moule ou auget avance sous les deux cylindres compresseurs au moyen d'une crémaillère que fait avancer une roue fixée sur le même axe et entre ces deux cylindres; cette roue reçoit elle-même le mouvement par un système d'engrenage actionné par une manivelle. Voici comment, au moyen de cette machine, le moulage des briquettes est obtenu : les moules, en passant sous la trémie, se chargent de tourbe qui, soumise à l'action des cylindres compresseurs, dont la circonférence est creuse, prend une forme arrondie en dessus et plate en dessous; ce sont deux longues briques de chacune 2 mètres de longueur. Il s'agit de les diviser en briquettes d'une longueur donnée et variable à volonté; à cet effet, deux plateaux garnis d'un certain nombre de lames métalliques sont disposés de chaque côté des cylindres comprimeurs, pour agir alternativement, que ces cylindres fonctionnent dans un sens ou dans le sens opposé; mus par une combinaison d'engrenages et de leviers, ces plateaux, au moyen de deux couteaux, divisent la tourbe comprimée en autant de briquettes. La machine repose sur quatre roues qui facilitent son transport.

1852. — *Confection des briquettes combustibles*, par M. Lepaire.

La machine de M. Lepaire n'est autre qu'un *mouton* ordinaire, dont le pilon se meut dans des montants verticaux qui lui servent de guide; on le soulève à l'aide d'une corde à l'extrémité de laquelle l'ouvrier agit en passant le pied dans une boucle dont l'extrémité de la corde est garnie.

1852. — *Machine propre à faire les briques de charbon aggloméré*, par M. Bréchon. Elle est composée d'un plateau en fonte, mobile horizontalement, sur lequel sont disposés trois casiers garnis de huit moules chacun; au-dessus du premier se trouve la trémie chargée de matière qu'elle distribue dans les huit moules placés au-dessous d'elle; au-dessus du second casier est disposé un mécanisme composé de huit pilons verticaux, mus par des cammes fixées sur un arbre horizontal commandé par un moteur; enfin, au-dessus du troisième casier est disposé l'appareil débourreur, que l'on fait agir par des leviers en appuyant sur une pédale. Quand les moules du premier casier sont pleins, on fait décrire au plateau un tiers de révolution, on arrête et on les soumet à l'action des pilons, puis, faisant tourner encore le plateau d'un tiers de tour, on débourre les moules à l'aide de la pédale. Pendant ce temps, comme on l'a compris, les moules du

second et du troisième se sont remplis de la matière qui, comprimée, est retirée sous forme de briquettes rectangulaires par les débourreurs.

1852. — *Procédés de manipulation et de condensation, de dessiccation et de carbonisation de la tourbe,* par M. Piette. Deux machines sont décrites dans ce brevet. La première se compose d'une plate-forme en fonte supportée par six pieds reliés par des traverses qui portent une crapaudine placée au centre. Sur cette plate-forme sont disposées des boîtes évasées par le fond dans toute leur longueur, et en pied droit par le bout contre lequel se fait la pression. Le fond de chaque boîte est divisé en deux parties dont l'une est mobile et perforée de petits trous pour l'écoulement des eaux. Dans chaque boîte est un piston qui prend absolument sa forme intérieure; il est muni d'une tige, et celle-ci d'un galet, et est guidé dans sa course par des coulisseaux fixés aux boîtes. Un arbre vertical repose sur la crapaudine et traverse le centre de l'appareil; il porte une roue d'engrenage qui le commande et un excentrique qui, dans son mouvement de rotation, fait avancer le piston dans les boîtes et comprime ainsi la matière. Après la compression, le piston est ramené à son point de départ au moyen d'un ou de plusieurs poids. L'arbre vertical est encore garni d'un deuxième excentrique qui fait fonctionner un châssis mobile, permettant au fond des moules de se développer sur une charnière, et de livrer passage à la matière immédiatement après la compression. Le châssis est ramené, au moyen d'un ressort, en dessous du fond, qu'il maintient pendant l'opération par sa partie extérieure, ainsi que les têtes des boulons placées dans ses coulisses.

La seconde machine est composée également d'une plate-forme en fonte, munie de boîtes de même forme que celles décrites à la machine à mouler circulaire, c'est-à-dire qu'elles sont évasées par le fond. Le fond de ces boîtes est aussi divisé en deux parties dont l'une est mobile à l'aide d'un levier mu par un excentrique. Ce fond se lève quand la pression est terminée, pour laisser la facilité de charger la boîte, et son mouvement lui permet de descendre de façon à fermer l'ouverture pour résister à une nouvelle pression. Le piston dont chaque boîte est munie est relié à une tige garnie d'un galet. Deux arbres disposés horizontalement et parallèlement au-dessus de la plate-forme reçoivent autant d'excentriques qu'il y a de boîtes, et ceux-ci, dans leur mouvement de rotation, font avancer les pistons qui compriment ainsi la matière. Ces pistons sont ramenés, après la compression, à leur point de départ à l'aide de contre-poids. Les arbres horizontaux sont commandés par des roues qui engrènent avec une vis sans fin, recevant elle-même un mouvement continu par l'intermédiaire d'engrenages d'angle fixés sur un arbre actionné par un moteur.

Dans une addition de 1853, l'auteur donne deux nouvelles dispositions. La première comprend un plateau horizontal fixe, muni, vers sa circonférence, de huit moules mobiles, avec un axe central. Un même nombre de pistons, reliés à des tiges terminées par des galets, sont maintenus en contact avec une camme fixe et montée au centre du plateau. C'est par cette camme que les pistons compriment la matière venant d'une trémie supérieure.

La seconde disposition consiste en deux caisses en fonte montées horizontalement sur un bâti mobile. Entre ces caisses est un arbre moteur muni d'un pignon qui engrène avec une crémaillère, dont les extrémités sont garnies de pistons mouleurs qui refoulent alternativement la matière au bout des deux caisses.

1852. — *Machine à solidifier la houille, le charbon et autres substances*

de même nature, par M. Kingsford. L'appareil se compose d'un plateau animé d'un mouvement de rotation continu ; ce plateau est adapté à un bâti mobile par intermittence, et à sa périphérie il est garni de moules dont chacun est destiné à recevoir un piston qui, en s'y enfonçant par les mouvements mêmes communiqués au plateau, donne à la matière la forme et la densité convenable. Le piston est actionné soit au moyen d'une combinaison de leviers, soit par un volant ajusté sur l'axe central moteur qui imprime le mouvement aux leviers à chaque révolution de la manivelle motrice.

L'inventeur propose encore de manœuvrer les pistons mouleurs au moyen de cylindres à air avec pistons ou plongeurs qui reçoivent leur action de l'air ou d'un autre fluide élastique venant de réservoirs ; ces cylindres sont munis de soupapes self-acting construites de manière à donner une pression en périodes fixes entre chaque mouvement du plateau tournant ; par cette pression, les substances contenues dans deux ou plusieurs moules opposés sont comprimées alternativement, en même temps que les moules adjacents se remplissent, et quand les leviers ou les pistons reviennent, le plateau accomplit une révolution partielle qui suffit pour obliger le moule suivant à prendre la place de celui qui vient de recevoir l'action des pistons, pendant que ce dernier est mis à la disposition d'un appareil débourreur actionné par des cammes.

1853. — *Traitement des charbons et autres substances, employés comme combustibles,* par M. Gwynne.

L'auteur fait l'application de plusieurs béliers actionnés par des excentriques qui agissent dans le sens vertical au-dessus d'un plateau tournant horizontalement, lequel, chauffé, est muni d'ouvertures destinées à recevoir la substance à comprimer.

1854. — *Machine à fabriquer les mottes,* par M. Desmarets.

La matière est mise dans un entonnoir dans lequel elle est brassée par quatre palettes. Un grand plateau, muni de cinq moules et tournant sur lui-même, amène successivement chaque moule sous un fouloir conduit par ce plateau, pour monter, au moyen de petits galets, sur les échelons d'une crémaillère. Ce fouloir tombe dans le moule qui se trouve au-dessous de lui, chaque fois que les galets rencontrent une fossette dans leur course, ce qui a lieu dix-huit fois de suite dans le même moule avec un fouloir ou tampon du poids de 17 kilog. La dix-neuvième chute sert à faire sortir la motte du moule sur un plateau qui la reçoit, lequel est commandé par le plateau porte-moule au moyen d'un levier et d'une vis sans fin. Les moules tournent trois fois pendant qu'ils reçoivent les dix-huit coups du fouloir.

1854. — *Procédés de solidification et d'épuration des menus charbons ou autres substances oléagineuses ou bitumineuses, et machines propres à effectuer ces opérations,* par M. Kingsford.

Après avoir rappelé le principe de sa patente précédente (voir plus haut), l'auteur ajoute : « Néanmoins, je conserve en général le mode de construction pour comprimer la houille menue, mais au lieu de la roue et des excentriques au moyen desquels fonctionnait la machine susmentionnée, je substitue un système de leviers dont l'action a lieu en directions opposées et qui sont mus par un levier à contre-poids ou par toute autre force qui agit de manière à porter l'action des leviers opposés en ligne directe ; lorsque la course s'achève et que la substance est comprimée, la pression se maintient jusqu'à la relâche des leviers. »

Dans ses nouvelles dispositions, l'auteur emploie deux ou plusieurs plateaux qui fonctionnent autour d'un centre commun, au moyen d'un système de leviers, et la pression des pistons est effectuée par l'extérieur.

1854.—*Perfectionnement dans la compression de la tourbe,* par M. Kingsford.

Le principe des machines décrites par l'inventeur repose sur l'application des leviers à genouillères. On peut voir l'une de ces dispositions dans le volume XIIIe du *Génie industriel*, février 1857.

1854. — *Machine à mouler les charbons artificiels,* par M. Detremon.

Cette machine est composée de deux montants verticaux en fonte, entre lesquels sont placés des règles de même métal d'une assez grande longueur. Ces règles sont garnies d'échancrures en demi-cercle sur chacun de leurs côtés longitudinaux, de sorte que, placées les unes au-dessus des autres, elles font l'effet d'une plaque percée d'un grand nombre de trous circulaires. On commence par placer la première règle sur le sommier qui relie les deux montants, puis on remplit toute la rangée des trous demi-circulaires de cette règle de la matière préparée pour fabriquer le charbon artificiel. On place ensuite la seconde règle dont les échancrures correspondent avec celles de la première règle, et comme elle est également échancrée par-dessus du côté opposé à son contact avec la première règle, on remplit de matière ses échancrures et on place une troisième règle que l'on remplit, et ainsi de suite, jusqu'à ce que toute la hauteur des bâtis soit complétée. Alors on opère la pression sur tous les moules à la fois au moyen d'un fort plateau qui recouvre la dernière règle. A cet effet, deux vis sont montées de chaque côté dans les montants et, à l'aide d'une transmission par engrenages, comme celle appliquée aux cylindres dans des laminoirs, on fait descendre bien parallèlement le plateau. Pour effectuer le débourrage de tous ces moules à la fois, un appareil est disposé vis-à-vis, sur le côté; il est composé du même nombre de tiges cylindriques qu'il y a de trous. Ces tiges sont montées sur une platine verticale fixée à une crémaillère horizontale qui engrène avec un pignon. En faisant tourner ce pignon à l'aide d'une manivelle, on déplace simultanément toutes ces tiges, convenablement guidées dans ce mouvement, et on les fait pénétrer dans les moules en chassant devant elles les briquettes cylindriques qui viennent d'y être agglomérées par l'opération précédente.

1854. — *Machine à fabriquer du charbon creux ou plein et autres matières, dite Rigalide*, par MM. Rigal, Giraudon et Philippe.

Cette machine est composée de cinq pilons verticaux battant dans un même nombre de moules cylindriques fondus tous ensemble avec un entonnoir longitudinal dans lequel on verse la matière. Le châssis qui soutient les tiges verticales auxquelles ces pilons sont reliés porte deux traverses étagées; celle supérieure reçoit un ressort à boudin qui entoure les tiges, et celle inférieure un cadre mobile en fonte, muni de deux rangées de pignons dentés sur une portion de leur circonférence, et qui, placés latéralement devant et derrière chaque tige, sont destinés à engrener alternativement avec des crémaillères fixées sur ces tiges. La première rangée de pignons calés sur un même arbre horizontal (quand le châssis sur lequel cet arbre est monté les maintient engrenés avec les crémaillères du devant) provoque le soulèvement des pilons en comprimant les ressorts à boudin. Puis, comme les pignons ne sont dentés que sur la moitié de leur circonférence, au bout d'un demi-tour ils abandonnent la crémaillère et les tiges; celles-ci retombent alors en comprimant la matière ren-

fermée dans les moules, et par leurs poids et par l'action des ressorts à boudin. Alors, au moyen d'un mécanisme à engrenages, on déplace le châssis, de façon à faire engrener la deuxième rangée de pignons avec les crémaillères fixées de l'autre côté des tiges des pilons, de façon à faire marcher ceux-ci en sens inverse, c'est-à-dire à les faire descendre pour opérer le débourrage des moules dont les fonds sont fermés par des plaques mobiles.

1854. — *Machine à comprimer le charbon artificiel*, par M. Mallé.

Cette machine se compose d'une table ou bâti en bois qui porte encastrée une boîte en fonte dans laquelle fonctionne un piston multiple destiné à mouler les briquettes. Ce piston est fixé verticalement à de petits refouloirs, et il est relié à une table surmontée d'une colonnette; celle-ci est terminée par une fourche munie d'un galet, et traverse verticalement une douille également garnie de galets qui lui servent de guide et facilitent son mouvement. La boîte en fonte qui sert de moule est recouverte par une plaque percée d'autant de trous qu'il y a de refouloirs fixés à la table du piston, et son fond est fermé par une plaque mobile autour d'un boulon vertical. L'ascension du piston se produit au moyen d'une camme agissant sur le galet engagé dans la fourche de la colonne. Cette camme est fixée sur un arbre commandé par un levier à contre-poids.

1854. — *Perfectionnement dans la fabrication d'un combustible*, par M. Spottiswode.

L'invention consiste à employer des rouleaux pour comprimer le charbon et le faire passer dans le moule après qu'il a été réduit à un état convenable pour être pressé et formé en bloc. Le charbon se meut difficilement dans un espace étroit, même dans une direction verticale, et, par suite, ne tombe pas toujours par son propre poids dans les moules en quantités égales et suffisantes. De là résulte dans les blocs une inégalité qui les déprécie. Si l'on ne peut établir une alimentation continue et régulière de charbon chauffé, l'on perd une partie des produits, et le travail de compression se ralentit de manière à augmenter les frais de l'opération. L'invention a pour objet de remédier à ces inconvénients. Pour cela l'auteur dispose au-dessus du moule des rouleaux à surface rugueuse, se mouvant l'un vers l'autre, suffisamment écartés et marchant assez lentement pour permettre le passage entre eux de la quantité voulue de charbon. De cette manière le charbon est non-seulement amené dans le moule, mais il est soumis à une pression partielle qui le dépouille de beaucoup de gaz et le prépare pour la compression finale.

1855. — *Machine à former les boulettes en charbon*, par M. Lacroix. Elle est composée de deux cylindres dans lesquels sont creusés les moules des boulettes. Une trémie placée au-dessus fournit la matière; des engrenages font tourner les cylindres et avancer une tablette horizontale sur laquelle tombent les boulettes.

1855. — *Mécanique propre à mélanger le charbon et à fabriquer les briquettes*, par M. Delrez.

L'invention consiste dans un appareil composé d'abord d'un agitateur pour délayer la terre et le charbon, ensuite de deux cylindres creusés à leur surface, qui compriment et moulent la matière, et enfin en une toile sans fin qui entraîne les briquettes moulées.

1855. — *Concentration de la tourbe pour en extraire les huiles bitumineuses, le charbon, le gaz et la tourbe*, par M. Richard.

Le mode d'action de la machine à comprimer les briquettes a beaucoup d'analogie avec celui de la machine Middleton, décrite page 18 : c'est un appareil composé d'un bâti en deux parties reliées entre elles par des entretoises. Sur le bâti se fixent deux axes principaux; le premier reçoit un pignon et un volant, et les deux poulies de transmission, l'une fixe et l'autre folle. Sur une plaque de fondation est fixé un pivot autour duquel peut tourner une plate-forme en fonte dont le fond, d'une certaine épaisseur, est percé d'un certain nombre d'ouvertures circulaires formant autant de moules pour la compression de la tourbe. Un piston, placé convenablement au-dessus des moules, est actionné par un excentrique calé sur le second arbre. Une trémie attachée au bâti, au-dessus des moules, reçoit les matières soumises à la compression pour en former les briquettes. Ces matières s'introduisent dans les vides, au fur et à mesure qu'ils se présentent dans l'espace occupé par le fond de la trémie. Le mouvement de la cuvette s'opère au moyen d'un repoussoir mécanique glissant dans des guides et actionné par une bielle mue par un excentrique. Il faut que chaque fois que le piston comprime une briquette l'un des moules soit dégagé. Pour obtenir ce résultat, un refouloir s'ajuste dans un guide venu de fonte avec le pivot, et il est actionné par une bielle commandée également par un excentrique. Les briquettes sont reçues, à leur sortie des moules de la cuvette, par une toile sans fin. (Voir le vol. XIV du *Génie industriel.*)

1856. — *Appareil pour convertir les menus charbons, avec mélange d'eau ou autres substances, en corps solides,* par M. A. Dawson.

Des menus de houille ou de coke mélangés avec de l'eau sont placés dans une boîte imperméable et d'une forme dont la superficie est très-grande, comparativement à son volume. Cette boîte est mise dans un fourneau qui permet un chauffage uniforme, à une température convenable aux matières que l'on soumet à l'opération. Après son chauffage, cette boîte est retirée du fourneau et on en transmet le contenu (dont le volume a diminué), sans l'exposer à la température de l'atmosphère, dans un moule où il est comprimé à l'aide d'une presse hydraulique, et, par suite, transformé en un bloc de combustible.

1856. — *Machine servant à la fabrication de boules de charbon et de terre-houille,* par MM. Welmart frères.

La machine consiste en deux gros rouleaux, dont l'un est pouvu de 168 moules ovoïdes, et l'autre, ayant sa surface unie, est destiné à presser la pâte ou le mélange dans les moules, au moment où le mélange descend d'une trémie superposée. Une chaîne sans fin enlève les boulets et les conduit dans des carneaux ou séchoirs où l'opération se termine.

1856. — *Charbon minéral et végétal obtenu par les moyens ordinaires et par une presse à agglomérer et à mouler,* par M. Hobitz.

Ce système se compose d'un plateau circulaire percé de deux rangées de trous concentriques formant chacune 16 moules. Ce plateau est monté horizontalement sur un pivot qui lui donne un mouvement de rotation intermittent. A cet effet, 16 saillies ménagées à égale distance l'une de l'autre sur sa circonférence sont destinées à être attaquées tour à tour par un levier qui fait tourner ce plateau chaque fois d'un seizième de tour. Au-dessus, supporté par deux bâtis latéraux, est ajusté dans des paliers un arbre horizontal animé d'un mouvement de rotation continu, et muni sur sa longueur, entre les deux paliers, de trois cammes : la première actionne un piston double qui opère la pression de la

matière dans les deux moules placés, au moment de l'action de cette camme, directement au-dessous. La seconde camme fait fonctionner un second piston à section rectangulaire qui, en pénétrant dans des ouvertures de même forme pratiquées vers le centre du plateau, est destiné à l'arrêter, afin d'assurer sa position et que les moules se trouvent bien vis-à-vis du double piston presseur. La troisième camme fait agir un troisième piston, dit *démouleur,* au moyen duquel les briquettes sont chassées du moule sur une toile sans fin destinée à les recevoir.

1856. — *Préparation mécanique de la tourbe,* par M. Schmitz.

L'auteur a indiqué trois dispositions de machines. La PREMIÈRE a beaucoup d'analogie avec les machines à fabriquer les tuyaux de drainage ; elle est composée d'une trémie fixée sur un cône en métal renfermant une hélice mobile, destinée à repousser la matière qui descend de la trémie vers le sommet du cône. A cet endroit, deux laminoirs horizontaux garnis de cinq cannelures circulaires qui commencent à comprimer la matière fournie par la vis, et la conduisent à deux autres cylindres à surface unie, placés près des premiers. Derrière ces deux derniers cylindres sont disposées des plaques qui guident la matière comprimée dans l'intérieur des moules cylindriques où un couteau mécanique la coupe de longueur.

DEUXIÈME MACHINE. Elle est composée de deux disques montés horizontalement et tangentiellement l'un à l'autre sur des arbres verticaux, animés d'un mouvement continu en sens inverse. La circonférence de ces disques est garnie d'entailles engrenant ensemble et dans lesquelles la matière est refoulée par une hélice placée au centre d'une trémie verticale montée un peu sur le côté, au-dessus des disques. La matière sort d'entre les entailles, sous la forme d'un ruban ondulé, que l'on casse ensuite pour faire les briquettes.

TROISIÈME MACHINE. La compression a lieu au moyen d'un piston animé d'un mouvement rectiligne vertical de va-et-vient. Devant ce piston est placé un moule circulaire percé de trois ouvertures. Ce moule peut se déplacer sur son centre, et, par suite, présenter à l'action du piston mouleur l'un des trous. Pendant le temps nécessaire à la compression, on remplit le second trou, tandis que le troisième est débarrassé de la briquette moulée, dans l'opération précédente, par un débourreur relié au piston mouleur. Le moule est donc obligé de faire un tiers de révolution pour chaque mouvement de va-et-vient du piston.

1856. — *Fabrication de charbon artificiel,* par M. Raingo.

La machine employée par M. Raingo n'est autre que celle de M. Capouillet, à roues mobiles tangentielles. Le dessin de cette machine, appliquée au moulage des briques, est décrit avec détails dans le vol. II de ce Recueil.

1856. — *Machine à agglomérer toutes les matières combustibles menues,* par M. Gérino. C'est un marteau-pilon à vapeur, à action directe ; le pilon proprement dit est remplacé par quatre pistons correspondant à autant de moules dont les fonds sont disposés pour être mobilisés et recevoir des débourreurs.

1856. — *Machine circulaire à mouler le charbon*, par MM. Guiot et Magniadas. Elle est aussi formée de deux disques horizontaux se touchant tangentiellement. Les échancrures pratiquées sur leur circonférence, en se rencontrant, compriment la matière fournie par une trémie supérieure, laquelle est ensuite rejetée sur une tablette en plan incliné placée dessous, entre les deux disques.

1856. — *Machine à faire les briquettes en charbon de terre*, par M. Van-

derbeggen, consistant en une presse à levier; la briquette est comprimée dans un moule au moyen d'un piston; le fond du moule est un autre piston; lorsque la briquette est comprimée, le piston supérieur se relève, le moule descend sur le piston inférieur qui pousse la briquette hors du moule.

1856. — *Agglomération des combustibles menus par l'emploi de la pression seule,* par M. Baroulier. L'appareil n'est autre qu'un marteau-pilon à vapeur, ne comportant d'autres changements que ceux nécessaires pour la disposition particulière des moules destinés à recevoir les briquettes.

1856. — *Système de machine propre à la fabrication des briquettes pour chauffage des fourneaux de locomotive,* par MM. Poirsin, Meurent et Cie.

Par cette machine, la matière est comprimée dans des moules par deux pistons qui agissent alternativement; les briquettes sont entraînées par une toile métallique qui les fait passer dans un four à sécher.

1856. — *Machine à mouler les briquettes formées de charbons agglomérés,* par M. Dehaynin. Elle se compose de deux roues verticales en fonte. L'une de ces deux roues, dont l'axe tourne dans des coussinets fixes, porte à sa circonférence les moules à briquettes. L'autre roue, dont l'axe tourne dans des coussinets mobiles, est lisse à la circonférence et se trouve continuellement en contact avec la roue qui porte les moules. On voit que ce principe a été souvent proposé par divers inventeurs.

1857. — *Machine à mouler et à comprimer les corps gras et à en faire des briquettes,* par MM. Ozou de Verrie et Cie.

Cette machine, d'une disposition mécanique assez compliquée, est composée d'un grand tambour formé de quatre plateaux en fonte garnis d'augets. Ce tambour est claveté verticalement sur un arbre horizontal monté dans les paliers en fonte reliés par une plaque fixée sur le sol. Au-dessus du tambour, et agissant tangentiellement, est monté un fort galet en fonte qui sert de presseur. Les fonds des augets ou moules sont mobiles par le fait même de la rotation du tambour. A cet effet, ils sont réunis à des tiges qui, dirigées vers le centre, sont reliées à autant de petits arbres qu'il y a de divisions d'augets sur la circonférence du tambour. Or, comme il y a trois augets qui se trouvent à côté les uns des autres entre les quatre plateaux du tambour, chaque arbre reçoit les tiges de trois augets; de plus, il est muni, à ses deux extrémités, de galets qui s'engagent, avant que le presseur n'agisse, dans une coulisse fixée au bâti, et dont la forme oblige les arbres à se soulever et naturellement avec eux les fonds des moules. Une fois la pression exercée et les briquettes comprimées, et lorsque la rotation du tambour a ramené les augets vers la partie inférieure, près du sol, une seconde coulisse, disposée d'une manière analogue à la première, oblige le fond des moules à chasser les briquettes qui y sont contenues et qui sont reçues sur une toile sans fin chargée de les entraîner.

1857. — *Perfectionnement dans les machines à mélanger, solidifier, presser et mouler,* par M. Evrard.

Les menus charbons primitivement chauffés, dans une chaudière close, par un courant de vapeur, sont élevés par une chaîne à godets qui les déverse dans un cylindre horizontal. Ce cylindre est muni d'une hélice animée d'un mouvement de rotation continu qui conduit la matière dans un mélangeur composé d'un cylindre vertical enveloppé par une chemise chauffée par un courant de vapeur. De ce mélangeur partent des tubes qui conduisent la matière dans seize

moules cylindriques montés sur une couronne fixe placée horizontalement. Le centre de cette couronne est occupé par un plateau qui sert de guide à seize pistons disposés comme les rayons d'une roue, de façon à correspondre vis-à-vis des moules. Ces pistons mouleurs sont actionnés par une manivelle centrale fixée sur l'axe principal de transmission de mouvement.

1857. — *Machine à bielle et balancier pour comprimer les charbons*, par M. Detombay. Un piston pénétrant dans le moule comprime la briquette, et un autre piston la fait sortir du moule quand la plate-forme qui porte les moules a fait un mouvement convenable.

1857. — *Perfectionnements apportés à une machine à mouler et comprimer les briques, tourbes*, par M. Lethuillier.

Cette machine est composée d'une cuve verticale garnie d'un râteau mélangeur, qui distribue la matière dans des moules fixés sur les maillons d'une chaîne sans fin placée immédiatement au-dessus du mélangeur; près de celui-ci est disposé un mouton dont le marteau comprime la matière dans les moules de la chaîne au fur et à mesure de leur avancement.

1857. — *Perfectionnements dans le chauffage et la compression des combustibles artificiels*, par M. D. W. Jones.

Les matières mélangées tombent dans une trémie au-dessous de laquelle tournent deux roues fixées sur deux axes parallèles. Ces roues sont garnies à leurs périphéries, et par intervalles, de creusets ou de moules qui reçoivent les substances mélangées et chauffées. Les creusets ou les moules de l'une des roues correspondent à des espaces vides de l'autre, et ces espaces vides sont en partie remplis par des saillies dont la forme correspond à celle de l'intérieur des moules, de sorte que ces saillies entrent dans ces dernières et servent à comprimer le combustible. Chacun des moules est pourvu d'un fond ou palette mobile, à la face extérieure duquel est appliquée une tige qui traverse le côté postérieur du moule, et, lors de la révolution des roues, ces tiges sont actionnées par des saillies de manière à ce que les faux fonds ou palettes s'éloignent vers l'extérieur, pendant que les surfaces extérieures du combustible dans les moules sont comprimées par les saillies sus-mentionnées, qui entrent dans les moules; les surfaces postérieures du combustible sont alors comprimées par le mouvement des faux fonds ou palettes qui jettent les mases de combustible moulé sur une chaîne sans fin, munie de rebords, qui transporte les blocs de combustible artificiel.

1857. — *Machine destinée au moulage de toute espèce de matière pâteuse*, par M. Bourry. Elle est composée d'un gros tambour en fonte placé verticalement sur un pivot et monté sur des galets destinés à lui faciliter un mouvement de rotation intermittent, qui lui est communiqué par un pignon et une couronne dentée fondue avec sa partie inférieure. La hauteur verticale de ce tambour est percée de quatre larges ouvertures cylindriques terminées chacune par une partie arrondie et un canal latéral rectangulaire. Au-dessus de l'une de ces ouvertures, qui servent de moules de compression, est monté un cylindre de machine à vapeur, dont la tige du piston est munie, comme dans les marteaux-pilons, d'un piston mouleur qui agit en descendant dans l'ouverture pour comprimer la matière et la faire sortir agglomérée par le canal rectangulaire ménagé au bas des moules. Quand le piston mouleur est remonté, le tambour fait un quart de tour pour présenter un des autres moules remplis à l'avance.

1857. — *Machine pour comprimer le combustible artificiel et autres substances,* par M. A. Spottiswoode. Elle consiste en un plateau horizontal dans lequel sont pratiqués trois creusets. La rotation de ce plateau s'effectue au moyen d'une bielle à genouillères qui porte à son extrémité un cliquet qui attaque une crémaillère fixée à la circonférence du plateau. La bielle s'adapte, en raison de ses genouillères, à la circonférence du plateau ; elle est guidée et maintenue au moyen d'une tige courbée qui, à l'aide de la circonférence du plateau, sert à transmettre le mouvement de va-et-vient de la bielle ; ce mouvement est obtenu au moyen d'une camme à rainure en spirale, actionnée par le mécanisme. Chacun des trois creusets est soumis successivement à l'action d'une presse à piston commandée par des leviers et des manivelles. On peut régler l'action de cette presse au moyen de contre-poids. Lorsque le combustible d'un creuset a été soumis à l'action de la presse à leviers, le plateau accomplit le tiers d'une révolution, ce qui porte le creuset sous le bélier d'une presse hydraulique. Le plateau accomplit encore un tiers de révolution, et le creuset se trouve au-dessous d'un troisième piston actionné par un levier et destiné à opérer le débourrage du creuset.

1857. — *Appareil à confectionner les briquettes de charbon,* par M. Piedquin. L'invention consiste en deux appareils : l'un est un cylindre garni d'un arbre creux chauffé par de la vapeur à quatre atmosphères et dans lequel s'opère le mélange du charbon menu avec le goudron. L'autre est une machine pour mouler, au moyen de deux roues, dont l'une porte des moules sur sa circonférence, tandis que l'autre presse la matière dans ces moules. Ces roues creuses sont chauffées par la vapeur.

1857. — *Machine à comprimer le charbon en forme de briquettes,* par M. Hielakker, consistant en une plate-forme circulaire, munie, vers sa circonférence, de moules destinés à venir successivement se placer sous une trémie où l'on dépose le charbon à l'état pâteux. Cette plate-forme tourne sur des rails circulaires, au moyen d'un pignon qui engrène avec une roue fixée au-dessous ; des foulons compriment dans les moules le charbon. Des espèces de cammes fixes servent de support aux roues et galets qui conduisent sur la plate-forme les moules et les foulons, de manière à les présenter successivement à la trémie et à opérer la pression et la sortie de la briquette hors du moule.

1858. — *Machine à mouler les charbons artificiels,* par M. Magniadas.

Ce sont deux disques de même diamètre placés verticalement sur des axes horizontaux ; leurs circonférences se touchent et sont garnies d'échancrures correspondantes dans lesquelles la matière est introduite, puis comprimée. Le débourrage est effectué par deux galets munis de saillies placées latéralement entre les deux disques, et agissant perpendiculairement aux moules.

1858. — *Combustible des briquettes tubulaires et appareils de fabrication,* par M. Bouvrier. Les briquettes, en charbon aggloméré, cylindriques et tubulaires, sont obtenues au moyen de quatre pistons cylindriques mobiles horizontalement dans des moules de même forme, fixés sur une large plaque en fonte. Cette plaque est fondue avec deux bâtis verticaux qui supportent un arbre horizontal recevant le mouvement d'un moteur quelconque, pour le transmettre aux pistons au moyen d'une manivelle reliée par une bielle à deux fortes tringles assemblées bout à bout ; c'est à leur point de jonction que vient s'attacher la tête de bielle. L'extrémité opposée de l'une des tringles est montée à articulation contre la

plaque, et l'extrémité de l'autre tringle est reliée à une traverse qui réunit les tiges des quatre pistons. Il résulte de cette disposition qu'à chaque révolution de l'arbre moteur le point de jonction des deux tringles est déplacé par la bielle, qui oblige ces dernières à changer leur position et qui produit le mouvement de va-et-vient des pistons. Le creux de la briquette est obtenu par une tige occupant le centre du piston. Un couteau, qui se meut en temps opportun par un mouvement d'excentrique à l'arbre moteur, coupe les boudins à la sortie des moules dans lesquels la matière est introduite par une ouverture latérale.

1858. — *Fabrication de charbons solidifiés cylindriques,* par M. Fréron.

Ce mode de fabrication consiste dans l'application d'une série de pilons à cammes, qui agissent verticalement dans des mortiers cylindriques placés directement au-dessous de l'arbre de transmission de mouvement.

1858. — *Agglomération des menus et poussiers de toute espèce de charbon,* par M. Landini.

La machine employée par M. Landini consiste dans l'application d'un plateau monté horizontalement sur un axe vertical. Autour de ce plateau, vers les bords, sont pratiquées des cavités dans lesquelles la matière est agglomérée par un piston qui agit verticalement au moyen d'une transmission de mouvement, qui, après chaque pression exercée, fait tourner le plateau d'une division, afin de présenter à l'action du piston un nouveau moule rempli par la trémie.

1859. — *Machine perfectionnée à agglomérer les menus,* par M. Dehaynin, semblable à celle de M. Evrard, patentée en Angleterre en 1859 (voir p. 28).

1859.—*Machine à fabriquer les boulets de charbon menu pour l'usage domestique,* par M. Martin. Elle est composée d'une trémie supérieure dans laquelle on verse la pâte de charbon menu mêlée de terre glaise, et qui laisse tomber cette pâte entre deux cylindres se pressant tangentiellement. Les jantes des deux roues sont munies chacune d'une série de demi-sphères creuses qui se correspondent exactement, de sorte que, quand tout le système est en mouvement, la pâte comprimée entre les deux roues s'y divise et s'y forme en boules qui sont reçues au-dessous de la machine.

1859. — *Machine propre à la fabrication des briquettes économiques,* par M. Verstraeten, consistant en deux cylindres horizontaux en fer creux, réunis par un système d'engrenages et de volants. Sur les contours de ces cylindres se trouvent des cavités dans lesquelles se forme la briquette, qui a $0^m,15$ de longueur sur $0^m,15$ de circonférence environ. Au-dessus est un entonnoir, destiné à contenir le menu de houille qui doit composer la briquette. Au centre de cette trémie est un arbre à palettes, servant à mélanger les matières.

1859. — *Machine à agglomérer les houilles, lignites, anthracites,* etc., par M. Loup, reposant en principe, comme un grand nombre des machines de ce genre, sur l'application de deux disques placés verticalement sur des axes horizontaux mobiles et en contact par leurs circonférences. Ces disques sont de même diamètre et leurs circonférences garnies d'échancrures semblables qui, arrivées vis-à-vis l'une de l'autre, compriment la matière qu'une trémie alimentaire, placée au milieu, déverse constamment. Dans une addition à son brevet, M. Loup modifie cette disposition en remplaçant l'un des disques par une couronne d'un diamètre beaucoup plus grand, échancrée intérieurement. Le disque conservé est appliqué à l'intérieur de la couronne et fonctionne ainsi qu'un engrenage à denture intérieure.

1859. — *Machine à comprimer les charbons*, par M. Maret, marquis de Bassano, construite sur le principe des pilons à cammes employés pour concasser les minerais.

1859. — *Machine à comprimer le charbon de terre et à mouler les briques*, par M. Vandenhielakker. C'est un marteau-pilon, mû par des cammes opérant la pression par le choc; il fait pénétrer peu à peu et également la matière agglomérante dans toutes les parcelles de charbon, quelle que soit la quantité des matières employées. Ce système permet à l'ouvrier de faire varier la pression en donnant un nombre plus ou moins grand de chocs, suivant la nature des matières ou la qualité des produits.

1859. — *Machine à mouler et comprimer la tourbe, avec manége*, par MM. Warendeuf et Guignault. Elle est formée d'une couronne d'un grand diamètre placée horizontalement et réunie par des bras à un axe vertical animé d'un mouvement de rotation continu. Cette couronne est fondue avec des cavités qui sont les moules. Au-dessus de ceux-ci sont montés, d'un côté, la trémie qui distribue la matière, et, diamétralement opposé à celle-ci, le presseur qui agglomère cette matière. Ce presseur est une sorte de meule verticale en fonte pouvant tourner sur son axe et garnie de dents saillantes qui, en pénétrant dans les moules, opèrent l'agglomération des matières.

1859. — *Procédé de fabrication de charbons agglomérés avec la houille menue et le brai sec*, par la Compagnie des mines de houilles de Blanzy. L'appareil n'est autre qu'un mélangeur composé d'un cylindre vertical en fonte garni au centre d'un arbre armé de palettes; ce cylindre est enveloppé par une chemise en fonte chauffée à la vapeur.

1859. — *Machine à mouler et à presser la tourbe*, par MM. Corboran frères. Composée d'un fort bâti en fonte de faible hauteur, cette machine reçoit d'un bout un arbre horizontal à manivelle, muni d'une grande roue d'engrenage, commandée par un pignon droit fixé sur un second arbre horizontal qui, garni d'une poulie fixe et d'une poulie folle, reçoit le mouvement d'un moteur quelconque. La manivelle de cet arbre commande directement le piston-mouleur, qui se meut horizontalement dans des guides fixés sur le bâti; à la tête de ce piston sont attachés, l'un à droite, l'autre à gauche, deux autres pistons de moindre dimension dont la mission est de débourrer le moule. A cet effet, ce moule, placé derrière le guide des trois pistons, se meut perpendiculairement à ceux-ci; il est formé de deux cases; quand l'une se présente devant le piston-mouleur pour recevoir sa charge de matière, l'autre, déjà remplie, est débourrée par l'un des pistons-débourreurs; puis le moule se déplace et présente la case vide au mouleur, tandis que le second débourreur fait sortir la briquette agglomérée renfermée dans la case précédemment remplie, et ainsi de suite.

1859. — *Machine à fabriquer les boulets de charbon de terre*, par M. Wilmart. Le charbon, broyé ou pulvérisé à l'aide d'un moulin-broyeur ordinaire, est mélangé avec une certaine partie de terre argileuse en proportion convenable. Ces matières, bien triturées et malaxées à l'aide d'une certaine quantité d'eau, sont versées dans une trémie placée au-dessus de la machine à agglomérer, composée d'un cylindre-mouleur muni de 168 formes de boulets. En sortant des moules, les boulets sont reçus sur une toile sans fin qui les transporte dans un séchoir chauffé à l'aide de la chaleur perdue du foyer de la chaudière qui alimente de vapeur la machine motrice.

1859. — *Machine à agglomérer à double effet, pour la fabrication des briquettes de charbon,* par M. Fondu. La disposition rappelle, par sa forme et le mode d'action des outils, les *machines à fabriquer les clous;* sur un bâti en fonte à large empattement est monté un arbre horizontal qui reçoit le mouvement du moteur et le communique, par une série de cames, aux leviers qui font agir le comprimeur, le moule mobile et le chasse-briquette. Le charbon sortant du mélangeur tombe continuellement dans les entonnoirs placés au-dessus de la machine, s'introduit dans les entrées et se pose sur les glissières, qui s'ouvrent pour le laisser entrer dans les moules à briquettes. Aussitôt que le charbon est introduit dans le moule, la glissière se ferme et vient se placer au-dessus d'une plaque fixée sur le bâti. Cette glissière étant fermée forme la largeur de la briquette, et reste ainsi pendant le temps que s'opère la pression, qui est effectuée par des leviers horizontaux commandés par les cames fixées sur l'arbre moteur. Les glissières ayant la forme de briquettes s'adaptent juste dans les entrées; derrière ces glissières il s'en trouve d'autres, de même dimensions, qui servent à chasser la briquette et à retenir la pression.

1859. — *Machine à agglomérer la houille,* par MM. Verpilleux frères et Baldeyrou, consistant en une grande roue placée verticalement sur un axe horizontal, animé d'un mouvement de rotation continu. La circonférence de cette roue, sur son épaisseur, est divisée en compartiments creux formant moules, et dans lesquels une trémie supérieure déverse la matière, laquelle se trouve comprimée par un fort galet cylindrique placé en-dessous, tangentiellement à la roue, et dont la couronne est garnie de saillies correspondantes aux creux des moules. Dans l'exécution, ainsi que nous l'avons vu en visitant les ateliers de M. Verpilleux, les saillies du galet presseur et naturellement aussi les creux des moules de la roue sont supprimés; la matière reçoit simplement un laminage énergique entre la circonférence intérieure de cette grande roue et celle extérieure du galet. On obtient ainsi une sorte de galette continue d'une faible hauteur, qui se trouve découpée en briques à l'aide de lames tranchantes, dont est muni un arbre placé à peu de distance du galet, dans l'intérieur de la roue.

1859. — *Système de mouleur mécanique propre à transformer en agglomérés toute espèce de minerais, de pyrites, de charbons menus,* par M. David, ingénieur, à Paris. Nous avons donné le dessin et la description complète de cet ingénieux système dans le précédent volume.

1859. — *Machine à comprimer les charbons agglomérés, les péras artificiels, les briques à construire, les pierres factices et toute espèce de matières solides, susceptibles d'agglomération, pour en obtenir des formes régulières et résistantes,* par M. David, fabricant au Havre.

Cette machine se compose principalement de deux grandes roues en fonte clavetées sur des axes indépendants montés dans des paliers ajustés sur les flasques verticaux d'un bâti en fonte. L'une de ces roues est fondue avec seize saillies ou dents à sa circonférence, destinées à comprimer la matière contenue dans les moules pratiqués au pourtour de la seconde roue, laquelle est pourvue d'autant de cases qu'il y a de saillies à la roue compresseur. Cette roue est mise en mouvement par une grande roue d'engrenage calée sur son axe, et qui engrène avec un petit pignon fixé sur un axe inférieur muni de la poulie commandée par le moteur. Un distributeur circulaire, à quatre croisillons, monté sur un arbre vertical et animé d'une vitesse de 15 à 20 tours par 1', déverse la matière qui

est fournie dans les cases de la roue à moule, par une ouverture pratiquée dans le fond du distributeur. Les cases de cette roue à moules sont garnies de repoussoirs qui forment leur fond ; ces repoussoirs ont leurs tiges engagées dans les rainures d'un double excentrique fixé sur le même arbre que la roue, de sorte que les repoussoirs sont au fond de la case quand les moules se remplissent, et ils montent jusqu'à fleur desdites cases quand ils doivent faire sortir la matière moulée et comprimée. Cette machine peut produire, suivant l'auteur, 25,000 briquettes, en 10 à 11 heures de travail, représentant un poids de 125,000 kilog. environ de matières agglomérées.

1859. — *Procédé d'agglomération des houilles menues sans addition de goudron, ni de brai de goudron, mais par distillation et compression,* par la Société des mines de houille de Roche-la-Molère et Firminy. L'appareil est composé d'une série de six ou huit tubes horizontaux placés à une petite distance les uns des autres, dans un plan horizontal. Au-dessus de chacun d'eux, dans le plan vertical, sont disposés d'autres semblables qui communiquent entre eux par les deux extrémités. Celui supérieur reçoit le chargement de la matière qui est conduite à l'extrémité par des palettes disposées en hélice sur un axe longitudinal logé au centre du tube, et animé d'un mouvement de rotation continu. A l'extrémité de la série des tubes inférieurs sont montés des conduits qui débouchent au-dessus des pistons de la machine à mouler, placée directement au-dessous. Cette machine, d'une construction très-simple, consiste en un même nombre de pistons qu'il y a de tubes dans le plan horizontal ; ils se commandent mutuellement par des pignons engrenant les uns avec les autres. Ces pistons sont circulaires et terminés, du côté des conduits qui distribuent la matière, par une hélice qui, à chaque révolution, refoule un boudin comprimé, de la longueur du pas de cette hélice.

1859. — *Perfectionnements dans les machines à comprimer les briquettes de charbon du système Middleton,* par M. Detombay. Ces perfectionnements consistent en un *retient* qui sert à arrêter la plate-forme mobile à son point fixe. Cette plate-forme ayant un fort poids, il arrive très-souvent qu'avec un excès de vitesse et même à sa vitesse ordinaire, elle dépasse son point d'arrêt, ce qui occasionne fréquemment la rupture d'une ou de plusieurs pièces, le démouloir et le marteau de compression, au lieu de venir s'emboîter dans les moules, se présentent, dans ce cas, à côté. Le *retient* a donc pour effet de prévenir ces accidents en arrêtant la plate-forme au point convenable. Le mouvement de trois leviers combinés sert à régler et à rendre uniforme la compression de ces briquettes.

1859. — *Machine à comprimer les briquettes de charbon,* par M. Fromont, composée d'un cylindre creux, d'un engrenage faisant tourner ce cylindre, et d'une espèce de piston animé d'un mouvement de va-et-vient dans le cylindre. Des galets empêchent le piston de tourner dans son enveloppe et lui donnent le mouvement de va-et-vient. Des coussinets forment une enveloppe dans laquelle tourne le cylindre, et contre cette enveloppe sont comprimées les briquettes.

1860. — *Perfectionnements apportés dans le moulage des charbons,* par M. Muleur. L'appareil consiste en une série de pistons cylindriques fixés sur une traverse horizontale animée d'un mouvement de va-et-vient par un arbre coudé à double manivelle.

1860. — *Machine à agglomérer les menus charbons,* par M. de Vaux-Bidon.

L'aspect de l'appareil a beaucoup d'analogie avec de certaines machines à raboter. Comme elles il se compose d'un bâti vertical en fonte assis sur un large patin ; sa partie supérieure est munie d'un arbre horizontal qui reçoit d'un bout la poulie motrice et un grand engrenage, et du bout opposé un plateau à manivelle commandant, par une bielle, une tige verticale munie à sa partie inférieure du poinçon ou piston-mouleur. Au-dessous de ce piston est placé le moule en fonte dans lequel on introduit la matière à agglomérer. Ce moule reçoit, comme le piston-mouleur, un mouvement vertical de va-et-vient. Ce mouvement lui est communiqué en temps opportun par un tambour muni d'une gorge sinueuse, dans laquelle s'engage un galet réuni par une tige à l'arbre vertical qui porte le moule. Le mouvement est transmis au tambour à gorge par un arbre horizontal monté à la partie inférieure du bâti, et muni, à l'un des bouts, d'un pignon qui engrène avec la grande roue fixée sur l'arbre supérieur de commande dont il est parlé plus haut, et, du bout opposé, d'un pignon d'angle qui engrène avec une roue semblable fondue avec le tambour.

1860. — *Perfectionnements aux machines à mouler les briquettes combustibles,* par M. Jarlot. Ces perfectionnements comprennent deux dispositions de machines. L'une repose en principe sur la compression au moyen d'un piston animé d'un mouvement rectiligne horizontal de va-et-vient, et la seconde repose sur l'application de deux tambours munis d'un même nombre de compartiments, et agissant tangentiellement par compression. Le *Génie industriel* de janvier 1861 donne le dessin et la description complète de cette dernière, qui a été appliquée.

1860. — *Machine à leviers propre à l'agglomération de toute matière,* par M. Ch. Rosius; agissant au moyen de leviers comprimeurs. Des ressorts de voiture et à boudin sont destinés à faire sortir, sans le secours de liquide, les matières comprimées. Par ces dispositions, on peut diminuer la course de l'appareil moteur, ainsi que celle des leviers.

1860. — *Perfectionnements à la machine à fabriquer les charbons menus,* par M. J. Martin. Le charbon et son alliage, broyés entre deux cylindres, puis mélangés dans un tonneau armé de palettes en hélices, sont dirigés par celles-ci entre deux cylindres comprimeurs. Ces cylindres, qui forment le principal objet du brevet 1859 (voir page 31), ont présenté dans l'application certaines difficultés, non sous le rapport de la compression, mais pour obtenir le boulet en entier; presque tous se partageaient; chaque moitié restait pour ainsi dire dans sa *forme* ou *moule*. L'auteur a remédié à cet inconvénient en creusant les rubans des deux cylindres de 1 1/2 mill. au centre pour arriver à 0 aux angles, de manière à laisser une barbe ou bavure au joint de chaque boulet.

1860. — *Système de machine pour la fabrication des briquettes de charbon et de poussière de coke, ainsi que pour la compression de la betterave et de toutes matières susceptibles d'être agglomérées,* par M. Bouriez. Une machine à vapeur horizontale dont la tige du piston traverse le fond du cylindre reçoit le piston mouleur au devant duquel est placé le moule proprement dit. Ce moule n'est autre qu'une caisse en fonte, de forme rectangulaire, munie, du côté de l'entrée du piston mouleur, d'une trémie pour l'introduction de la matière; le bout opposé est fermé en dessus par un couvercle mobile, qui est maintenu par un levier et un contre-poids afin que celui-ci puisse se soulever si la pression dans le moule devenait trop considérable. Le moule n'a pas de fond;

l'agglomération a lieu dans l'intérieur par le seul fait du tassement de la matière contre les parois latérales, par suite de la longueur du moule, longueur sensiblement plus grande que celle de la course du piston-mouleur; celui-ci est creux intérieurement et il est rafraîchi constamment par un courant d'eau continu.

1860. — *Forme de charbons agglomérés dits Charbons percés,* par M. Foucou. Les briquettes sont percées de part en part et de distance en distance, afin de laisser l'air circuler autour et les traverser pour faciliter leur combustion dans les foyers.

1860. — *Perfectionnements dans les presses hydrauliques propres à agglomérer les menus combustibles,* par M. G. Ashcroft. La première partie de l'invention consiste en un mode d'accélérer la marche des presses hydrauliques, tout en obtenant une forte pression. La seconde partie se rapporte à une disposition qui a pour but de faire rentrer les béliers à leur place, après avoir exercé leur pression. La machine de compression des briquettes consiste en deux forts châssis en fer réunis par des montants. Dans le bâti supérieur sont montés deux béliers, dont le mouvement est libre dans les retraites. Ils sont munis de collets étanches et portent des pièces au moyen desquelles ils exercent leur pression sur les matières placées dans le creux des moules.

1861. — *Système de presse rotative pour agglomérer les poussières, résidus ou menus charbons et toutes autres espèces de combustibles,* par M. André. Ce système est basé, comme un grand nombre de ceux décrits précédemment, sur l'application de deux roues ou tambours montés sur des axes horizontaux et se touchant tangentiellement; leur circonférence étant munie de cavités demi-sphériques qui, rapprochées par le mouvement de rotation communiqué en sens inverse aux deux tambours, forment des moules complétement sphériques dans lesquels la matière est comprimée. Les tambours sont en fonte et les moules sont en fer et encastrés à leur circonférence. Le fond de chaque demi-sphère est percé pour recevoir une tige débourreuse à ressort, commandée par une came fixée sur l'arbre du tambour correspondant. Un chasse-boule est en outre appliqué entre les deux tambours.

1861. — *Fabrication mécanique des mottes d'étaux et autres produits agglomérés,* par MM. Pommier et Danguy. La machine destinée à cette fabrication est composée d'un plateau circulaire muni de 14 moules et monté sur un arbre vertical. Sept pilons sont disposés au-dessus de la demi-circonférence de ce plateau, de façon à correspondre à un même nombre de moules, tandis que les sept autres reçoivent l'action de sept débourreurs correspondant à la demi-circonférence opposée. Un demi-tour du plateau ramène les moules débourrés sous les pilons, et avant que ceux-ci n'agissent, ces moules sont chargés de matières au moyen de sept conduits verticaux alimentés par une trémie avec distributeur et sasseur.

1861. — *Machine propre à frapper les agglomérés de toutes espèces de nature,* par M. Castanier. C'est une sorte de presse dans le genre de celle à frapper les monnaies; on y retrouve la table munie d'une matrice avec poinçon, lequel, attaché à une courte bielle, est mû par un excentrique fixé sur un arbre horizontal disposé au-dessus de la table. Au-dessous se trouve un arbre semblable, mais moins fort, muni également d'un excentrique qui fait mouvoir un poinçon plus petit, traversant le centre de la matrice, et destiné à opérer son débourrage. Une brosse placée latéralement et animée d'un mouvement rotatif intermittent

chasse la briquette de dessus de la table, lorsqu'elle a été soulevée de l'intérieur de la matrice par le débourreur.

1861. — *Aagglomération des menues houilles par l'action combinée de la pression et de la chaleur directe constante,* par M. Loup. Par ce système, les houilles grasses peuvent être traitées sans mélange de brai et de goudron ; les houilles maigres et les enthracites seulement ont besoin de ces agents auxiliaires pour être agglomérées. L'appareil est composé de deux grands fourneaux placés parallèlement et recevant chacun, dans le sens transversal, une série de cornues en fonte, disposées de manière qu'elles se trouvent vis-à-vis les unes des autres, de telle sorte que les pistons de la machine à comprimer qui est installée entre ces deux fours, puissent pénétrer alternativement, tantôt dans la bouche des cornues de droite et tantôt dans celles de gauche. On voit que la machine à comprimer doit être double. En effet elle est composée de deux sommiers horizontaux munis de pistons et reliés par une cage; au milieu de celle-ci se meut un excentrique fixé sur un arbre commandé par un moteur, de façon à lui communiquer un mouvement continu très-lent de va-et-vient. La matière broyée arrive constamment dans les cornues par une ouverture pratiquée au-dessus, près de la bouche de chacune d'elles, et les pistons la refoulent à l'intérieur pour l'obliger à sortir par l'extrémité opposée qui désaffleure le fourneau. Comme les cornues sont assez longues et que leur orifice de sortie est, relativement au milieu ou au ventre, beaucoup plus étroit, la matière ne peut sortir que lentement et comprimée fortement sous forme de boudin. Pendant son passage dans la cornue, cette matière est chauffée à une température qui peut être de 500° à 800°, ce qui permet à la fois une plus forte compression et une agglomération plus parfaite. A la sortie des cornues, les boudins sont coupés à la longueur convenable, au moyen d'appareils particuliers installés de chaque côté des fourneaux.

1861. — *Perfectionnements apportés dans les appareils propres à la fabrication des briquettes agglomérées,* par MM. Revollier jeune et Ce. Dans ces appareils, l'opération complète nécessaire à la fabrication des briquettes est divisée en quatre phases qui sont : 1° distribution du mélange; 2° vérification du remplissage parfait des moules; 3° compression du mélange; 4° démoulage. La machine qui permet d'obtenir ces résultats est composée d'une plate-forme tournant horizontalement autour d'un axe fixe vertical servant de colonne à la presse. Ce plateau reçoit quatre moules à plusieurs compartiments, dont chacun d'eux est muni d'un piston. La série des pistons pour chaque moule sont reliés à un plateau suspendu à la plate-forme et mobile verticalement. Deux corps de presses hydrauliques sont fixés à angle droit sur le sommier servant de base à l'ensemble de la machine; l'une de ces presses sert au moulage, l'autre au démoulage; le mouvement ascensionnel de leur piston se fait rapidement à l'aide de la communication établie entre eux et un réservoir de pression qui est alimenté constamment par le jeu des pompes. La plate-forme est mue mécaniquement par un engrenage, un système de désembrayage automoteur et un embrayage à main. Son mouvement de rotation a lieu par quart de révolution.

MACHINES-OUTILS

POUR LE TRAVAIL DES BOIS

MACHINE A POUSSER LES MOULURES DROITES

Par MM. BERNIER aîné et F. ARBEY

CONSTRUCTEURS-MÉCANICIENS A PARIS.

(PLANCHE 2)

Dans quelques années les machines-outils, propres au façonnage des bois, seront probablement aussi répandues que le sont aujourd'hui les machines-outils à travailler les métaux. Déjà, nous nous plaisons à le constater, un grand nombre d'établissements en font usage pour la construction des navires et des wagons, pour l'exécution des bâtis de machines, des instruments aratoires, des meubles, etc.

Plusieurs constructeurs recommandables s'occupent maintenant tout spécialement de la construction de ce genre de machines; nous signalerons tout particulièrement MM. Bernier aîné et F. Arbey qui, avec une grande persévérance, cherchent à les répandre en rendant ces machines plus simples de construction, moins volumineuses, d'un prix moins élevé et, par cela même, d'une application plus générale en les mettant à la portée du plus grand nombre. Car, il faut bien le reconnaître, presque toutes les machines construites jusqu'ici pour façonner les bois, quoique d'ailleurs très-ingénieuses, présentant la même complication d'organes, demandent une force motrice aussi considérable et sont d'un prix aussi élevé que les machines à travailler les métaux, toutes conditions qui n'en permettent l'emploi qu'aux grands établissements.

Nous avons fait connaître dans le xi[e] volume les bonnes dispositions et l'excellente construction des machines à mortaiser et à faire les entailles, de M. Messmer, directeur de l'usine de Graffenstaden, et, dans le xii[e] volume, une machine à faire les rainures, du même ingénieur. Ces machines, employées avantageusement aux ateliers de wagonnage du chemin de fer de l'Est et dans d'autres grandes usines, fonctionnent parfaitement, comme nous l'avons dit; construites dans les mêmes con-

ditions de marche, de solidité et de durée, elles ont valu à leur auteur, en 1855, les plus hautes récompenses, mais elles présentent une partie des inconvénients que nous venons de signaler, d'exiger une force motrice assez considérable et d'être d'un prix d'achat élevé relativement aux machines plus simples que l'on construit maintenant pour effectuer des opérations similaires.

MM. Bernier et Arbey exécutent des machines à mortaiser et des machines à faire les tenons de petites dimensions sur bâtis en bois ou en fonte, qui rendent de véritables services dans les ateliers d'une importance secondaire, comme aussi des machines de grandes dimensions qui trouvent naturellement leur place dans les grands établissements. La machine à faire les tenons de ces constructeurs, quoique plus simple que celle représentée sur la planche 40 du XIe volume, est basée sur le même principe d'action des outils; mais la mortaiseuse diffère de celle de M. Messmer en ce que l'outil, au lieu d'être un bec-d'âne animé d'un mouvement de va-et-vient pour *piocher* le bois, est, au contraire, une simple mèche à mouvement rotatif comme celle d'une machine à percer [1]. Dans le premier système, le bec-d'âne qui a trituré le bois laisse les copeaux dans la mortaise, ce qui oblige l'ouvrier à passer du temps à la vider, tandis que, dans le second, la mèche, en fraisant le bois, contraint le copeau à sortir. Seulement, dans le cas où l'assemblage exige une mortaise carrée aux extrémités, on est dans l'obligation d'enlever la petite portion de bois laissée aux deux bouts par la forme arrondie de la mèche, opération que l'on effectue rapidement au moyen d'un outil spécial, sorte de bec-d'âne animé d'un mouvement de va-et-vient dans des paliers fixés sur le bâti même de la machine à mortaiser, à laquelle un mécanisme très-simple est ajouté pour faire fonctionner cet outil supplémentaire.

Si les outils à l'aide desquels s'effectuent mécaniquement les assemblages à tenons et à mortaises sont indispensables pour obtenir une exécution régulière et rapide, les machines à faire les moulures rendent aussi de grands services, par suite de l'économie qu'elles procurent sur le travail manuel. MM. Bernier et Arbey construisent plusieurs systèmes de machines de ce genre qui sont destinées chacune à une production toute spéciale.

Ainsi l'une, d'une simplicité extrême, est une sorte de *banc à tirer les moulures*, destiné particulièrement à l'exécution des travaux d'ébénisterie; elle est composée de deux longrines en bois fixées horizontalement et parallèlement sur des chevalets verticaux qui les relient aux deux extrémités. Entre ces longrines est ajustée, pour y glisser librement dans le sens de leur longueur, une poutrelle également en bois, munie en dessous d'une crémaillère en fonte qui engrène avec un pignon dont

1. On peut voir le dessin de cette machine dans le vol. XXII du *Génie industriel*, (2e semestre 1861).

l'arbre fait partie d'un petit châssis ou poupée double, aussi en fonte. Cette poupée, fixée transversalement au milieu des deux longrines, est munie du porte-outil, assemblé à queue d'aronde, afin de permettre de varier sa hauteur et, par suite, celle de la lame coupante, profilée suivant la moulure que l'on veut obtenir. Dans cette machine l'outil est fixe, et c'est le bois sur lequel on doit pratiquer la moulure qui est mobile. A cet effet, il est fixé par ses extrémités sur la poutrelle munie de la crémaillère, par des griffes de serrage à vis. La poutrelle est mise en mouvement au moyen d'une manivelle qui, en faisant tourner le pignon, la déplace dans le sens de la longueur du banc, et force ainsi la règle de bois à passer sous la lame tranchante.

Par sa simplicité, cette machine peut plutôt être considérée comme un simple outil-mécanique destiné à supprimer les outils à main dispendieux, d'un entretien difficile et exigeant un homme exercé dans sa profession, tandis qu'avec ce banc à tirer les moulures, un ouvrier quelconque, avec un peu d'habitude, peut produire, dans les meilleures conditions, cinq fois plus que le premier; de plus, la confection des fers ne donne pas moins, suivant les constructeurs, de 75 pour cent d'économie sur les frais d'outils à main. Les bois durs, tels que le chêne, le châtaignier, le noyer, le poirier, etc., et généralement tous les bois des îles peuvent seuls être *tirés en moulure*. Ces bois peuvent être également travaillés par les machines rotatives semblables à celle que représente notre dessin pl. 2, aussi bien que les bois tendres; mais, outre que ces dernières nécessitent un moteur, on doit comprendre que les moulures pour meubles doivent être mieux finies par l'étirage que par le rabotage.

Une autre machine, non moins simple que ce banc à tirer les moulures droites, permet d'exécuter avec une grande rapidité des *moulures cintrées* de toutes dimensions, des rainures, feuillures, refouillements, élégissements extérieurs ou intérieurs les plus contournés et avec une grande netteté. Cette machine est composée d'une table rectangulaire en bois supportée par quatre forts pieds droits reliés deux à deux par des patins, et ceux-ci par une traverse horizontale. Au centre de ce bâti, au-dessous de la table, est fixée par des vis, sur un montant vertical, une poupée de tour avec chariot, arbre et poulie de transmission; l'arbre traverse la table qu'il désaffleure d'une quantité plus ou moins grande à volonté, au moyen de l'assemblage à queue d'aronde du chariot et d'une vis actionnée par une manivelle. Cet arbre, animé d'une grande vitesse de rotation par la courroie qui passe sur la poulie, reçoit, à son extrémité qui désaffleure la table, la lame tranchante profilée, qui est l'outil proprement dit au moyen duquel les moulures cintrées les plus diverses sont obtenues.

Sur le même mode d'action que cette espèce de *toupie mécanique*, les mêmes constructeurs ont disposé une machine à faire les *moulures débillardées*, c'est-à-dire cintrées suivant deux plans, moulures dont on trouve

de nombreuses applications dans la confection des meubles Louis XV, les fauteuils et chaises, les rampes d'escalier, etc.

Enfin, il nous reste à parler de la machine rotative à *pousser les moulures droites* ordinaires employées avantageusement pour orner les appartements, et que depuis longtemps déjà on fabrique mécaniquement, ce qui explique le bas prix de ces produits relativement au travail de façonnage des profils souvent très-compliqués.

Les machines que MM. Bernier et Arbey construisent pour obtenir ces moulures que l'on trouve en si grande quantité dans le commerce, ne diffèrent pas en principe des machines de ce genre employées depuis longtemps déjà; elles ne se distinguent de celles-ci que par quelques nouvelles dispositions d'assemblages et de détails de construction qui les rendent plus simples, plus faciles à conduire, et assurent un fonctionnement plus régulier et plus parfait.

Afin de bien faire reconnaître ces divers perfectionnements, nous avons fait relever un dessin exact de l'une de ces machines, et nous allons donner une description complète et détaillée de tous les organes dont elle est composée.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A POUSSER LES MOULURES DROITES

REPRÉSENTÉE PLANCHE 2.

La fig. 1 est une vue extérieure de face, en élévation, de cette machine toute montée et prête à fonctionner;

La fig. 2 en est un plan général, vu en dessus, avec sa transmission de mouvement;

La fig. 3 est une section verticale faite dans le sens transversal, vers le milieu de la longueur, suivant la ligne 1-2 de la fig. 1;

La fig. 4 fait voir cette même machine en projection verticale de côté et vue de l'extrémité gauche;

Enfin la fig. 5 montre en section le porte-outil, la table, les galets de retenue et le cylindre cannelé qui oblige le bois à s'avancer sous l'action rotative des lames tranchantes.

Du bati. — Il est composé de deux flasques en fonte A et A′, nervés et à jour, reliés aux pieds par les deux boulons à entretoises *a*, et en dessus par deux traverses également en fonte *a′* et par la table de même métal B. Au milieu de leur longueur, ces flasques sont fondus avec des saillies étroites *b*, qui désaffleurent la table munie d'encastrements pour leur passage, et cette table est elle-même fondue avec un rebord *b′*, sur toute sa longueur, contre lequel vient s'appuyer le bois à travailler.

Du porte-outil et de sa commande. — L'arbre horizontal C sur lequel est claveté le porte-outil D est monté dans les paliers *e*, qui font partie de deux supports verticaux en fonte E, de section rectangulaire avec ner-

vure au milieu, et qui ont les bords taillés en biseaux pour glisser dans des coulisses à queue d'aronde e', vissées sur les faces extérieures du bâti.

Ces deux supports E, placés ainsi parallèlement, sont reliés ensemble par quatre boulons f à une forte traverse en fonte E', garnie en son milieu d'un écrou f', traversé par la tige filetée F. La partie supérieure de celle-ci est ajustée de façon à tourner librement, mais sans pouvoir se déplacer verticalement, dans un collet g (fig. 3), fixé à une traverse en fonte G boulonnée au bâti.

Il résulte de ces dispositions que lorsqu'on fait tourner le volant à main F', calé sur la tige filetée F, celle-ci tourne également en faisant monter ou descendre, suivant le sens de rotation imprimé au volant, la traverse E et naturellement avec elle les supports E du porte-outil D. On règle donc ainsi facultativement, à volonté, la hauteur de ce dernier par rapport à la table de travail.

Le porte-outil, ainsi qu'on peut le reconnaître particulièrement par les fig. 2, 4 et 5, est formé d'un cylindre en fonte évidé au milieu pour présenter quatre bras à angle droit destinés à recevoir dans des entailles pratiquées dans leur épaisseur les lames tranchantes d, qui doivent effectuer le travail. Ces lames sont maintenues solidement dans les entailles du porte-outils au moyen de vis d', engagées dans l'épaisseur du bras muni d'une partie renflée et filetée pour les recevoir.

Les lames ou fers tranchants sont échelonnés sur le porte-outil quand la moulure est large pour qu'elles n'agissent que l'une après l'autre, et que les deux, trois ou quatre lames en mordant un peu l'une sur l'autre complètent le profil de la moulure que l'on veut obtenir; en d'autres termes, si la moulure est large, de la largeur maximum du porte-outil par exemple, le premier fer placé contre l'une des joues du porte-outil doit former la tête de la moulure; le second, fixé dans l'entaille du bras suivant, doit couvrir d'une petite quantité le premier fer en attaquant une faible portion du bois entaillé par celui-ci; ainsi du troisième fer sur le second et du quatrième sur le précédent.

Par cette division du travail des outils, on obtient non-seulement une grande régularité en rendant leur action presque continue, mais encore on ménage extrêmement les fers, en ce que chacun d'eux, plus simples de profil, n'agit que pour enlever une quantité de bois plus ou moins forte, mais toujours la même; ainsi, celui qui tranche la plus forte épaisseur, pour faire une gorge profonde, doit naturellement s'user plus vite que celui qui n'a qu'à effleurer le bois pour faire un simple boudin, par exemple. Il suffit donc d'affûter le premier quand cela est nécessaire sans toucher au second, tandis que contrairement, si un seul fer présentait le le profil complet, on serait dans la nécessité de l'affûter sur toute sa longueur pour ne pas changer le dessin ou le galbe de la moulure.

La vitesse de rotation de l'outil, comme dans toutes machines de ce genre, doit être considérable, de 1800 à 2000 tours environ par minute.

Cette vitesse est communiquée à la poulie C', calée à l'extrémité de l'arbre C, par la poulie plus grande H, qui peut être fixée sur un arbre de couche quelconque de l'établissement dans lequel la machine est installée, ou sur un arbre *h*, d'une transmission spéciale, comme l'indique la fig. 2.

Cet arbre, monté dans deux forts paliers en fonte H', fixés autant que possible sur le même massif en maçonnerie ou mêmes charpentes que le bâti de la machine, reçoit les deux autres poulies P et P'; l'une fixe, recevant le mouvement du moteur, l'autre folle, destinée à l'interrompre. Il est aussi muni du cône T à quatre étages, destiné à communiquer au bois un mouvement de translation horizontal, relativement assez lent, au fur et à mesure du débit des outils.

Placement et avancement du bois. — La table B est fondue, comme nous l'avons dit, avec un rebord longitudinal *b'*, contre lequel on place l'un des côtés dressés de la planchette I, d'une largeur plus ou moins grande que l'on veut soumettre à l'action des outils pour lui donner un profil quelconque, déterminé par la forme même donnée aux fers fixés dans les bras du porte-outil.

Pour tenir cette planchette appliquée sur ce rebord, une grande lame de ressort I' est fixée par un bout sur une équerre mobile *i*, placée de l'autre côté de la table, de façon à exercer une légère pression élastique sur le bord du bois opposé à celui qui touche le rebord de la table. Comme les planchettes à profiler sont de largeur variable, l'équerre *i*, qui reçoit l'extrémité du ressort, peut glisser dans une rainure pratiquée transversalement dans l'épaisseur et être fixée à une distance quelconque du rebord *b'*, au moyen d'un écrou à oreilles.

Malgré la pression du ressort I', le bois, sous l'action rotative des outils, pourrait être soulevé; afin d'éviter cet inconvénient, quatre galets *j* sont disposés de chaque côté du porte-outil sur deux arbres parallèles J, de façon à rester en contact avec le bois et exercer au-dessus une certaine pression, relativement faible pour ne pas empêcher son avancement dans le sens longitudinal.

A cet effet, chacun des arbres J tourne librement dans deux paliers qui font partie des tiges J', traversant la table B et l'épaisseur des flasques du bâti, et qui sont reliées à leurs extrémités inférieures par la traverse en fonte K. Celle-ci, par la tringle méplate en fer *k*, est réunie au levier L vers le milieu de sa longueur. Ce dernier a son centre fixe d'oscillation au sommet d'un fort boulon L', fixé à la nervure longitudinale inférieure du bâti.

Par ces dispositions, en agissant sur la manette forgée à l'extrémité de ce levier, du côté opposé à son centre d'oscillation, on soulève bien parallèlement les tiges J' et par conséquent l'arbre J muni des galets *j*, ce qui donne la facilité au conducteur de la machine de dégager la pièce de bois en travail de la pression exercée par les galets, de la retirer et, ensuite, d'en placer une nouvelle.

Les quatre galets *j* sont fixés deux à deux sur leur arbre respectif J, au moyen d'une clef qui pénètre dans une rainure pratiquée sur toute la longueur de ces arbres, de telle sorte que l'on peut les faire glisser et par suite régler à volonté la place qu'ils doivent occuper l'un par rapport à l'autre pour appuyer à la place convenable, déterminée par la largeur ou le profil de la moulure.

L'avancement du bois est obtenu au moyen du cylindre cannelé M (fig. 4 et 5), logé sous la table B, dans l'épaisseur de laquelle une ouverture transversale est ménagée pour laisser une portion de la circonférence désaffleurer d'une petite quantité, laquelle peut du reste être réglée au moyen de deux vis *m* (fig. 1), qui permettent de soulever bien pareillement les deux coussinets dans lesquels repose son axe. Ce cylindre cannelé est animé d'un mouvement de rotation continu très-lent, relativement à celui du porte-outil, par l'intermédiaire de la roue à denture hélicoïdale *m'*, qui engrène avec la vis sans fin *n*, fixée à l'extrémité supérieure de l'arbre vertical M'.

Celui-ci, maintenu par le collet *o* et supporté par la crapaudine O, reçoit près de cette dernière une roue d'angle R, qui engrène avec le pignon *r*, calé sur l'axe horizontal muni du cône S, à quatre étages de poulies. Ce cône est placé vis-à-vis du cône semblable T, fixé sur l'arbre des poulies de commande (fig. 2), mais en sens inverse, de telle sorte que la poulie du plus petit diamètre de l'un se trouve directement en face de la plus grande poulie de l'autre, pour obtenir une différence sensible dans le rapport du diamètre, et afin, comme on sait, que la longueur de la courroie de transmission, ou les distances entre les circonférences restent toujours les mêmes, quelle que soit la place que l'on fait occuper à cette courroie. Ce qui détermine cette place, c'est naturellement la vitesse d'avancement que l'on veut donner au bois, laquelle doit être d'autant moins grande que le bois est plus dur.

TRAVAIL ET RENDEMENT DE LA MACHINE.

Il est facile de reconnaître, par les rapports des différents organes de la transmission de mouvement, la vitesse d'avancement maximum, moyenne intermédiaire ou minimum du bois, ou en réalité la production d'une telle machine travaillant des bois tendres et des bois durs.

Dans tous les cas, la vitesse de rotation des outils reste la même, réglée à 2000 tours par minute.

Or, comme la poulie C', fixée sur l'arbre du porte-outil, a $0^m 200$ de diamètre et que celle H, qui lui communique le mouvement, a $0^m 500$, la vitesse transmise à l'arbre de cette poulie par celle P doit être de :

$$\frac{0^m 200 \times 2,000}{0^m 500} = 800 \text{ tours par minute.}$$

Admettons la courroie placée, pour la vitesse minimum, sur le plus petit diamètre du cône T, de $0^{m}100$, et naturellement sur le plus grand du cône S, qui a $0^{m}200$; la vitesse communiquée à l'arbre, qui porte le pignon *r*, ne sera plus que de

$$\frac{0^{m}100 \times 800}{0^{m}200} = 400 \text{ tours.}$$

Comme le pignon *r* n'a que $0^{m}130$ de diamètre au cercle primitif, tandis que la roue d'angle R en a $0^{m}260$, la vitesse transmise à l'arbre vertical M′ n'est plus que de :

$$\frac{0^{m}130 \times 400}{0,260} = 200 \text{ tours.}$$

A chaque révolution de cet arbre, la vis sans fin *n*, fixée à son extrémité supérieure, fait tourner la roue *m′* d'une dent, et comme cette roue a 25 dents, l'arbre du cylindre cannelé M, au bout duquel elle est fixée, ne fait donc que :

$$\frac{200}{25} = 8 \text{ tours par minute.}$$

Ce qui donne pour l'avancement du bois dans le même temps, le cylindre cannelé ayant $0^{m}080$ de diamètre :

$$(0^{m}080 \times 3,1416) \times 8^{t} = 2^{m}010$$

soit par heure $120^{m}600$.

Il ne faut pourtant pas compter, en fabrication courante, sur ce travail considérable, mais seulement sur les deux tiers ou même la moitié de cette production linéaire, que l'on peut augmenter du reste jusqu'à la doubler en plaçant la courroie sur les rapports inverses des cônes T et S, car les planchettes de bois débité que l'on soumet à la machine n'ayant en général que 4 à 5 mètres de longueur, il faut à chaque instant les remplacer.

En tenant compte de ces pertes de temps, la production moyenne peut être évaluée de 80 à 100 mètres à l'heure sur une largeur plus ou moins grande, et dont le maximum est de $0^{m}230$.

Par le fait de la grande vitesse communiquée aux outils, les bois tendres, quand la direction est bonne pendant le travail, n'ont plus qu'à passer au papier de verre pour posséder tout le fini désirable.

Le prix de cette machine, à Paris, dans les ateliers des constructeurs, MM. Bernier et Arbey, est de 1,500 francs.

GÉNÉRATEURS A VAPEUR

ESSAIS COMPARATIFS DE CHAUFFAGE

ET DE VAPORISATION D'EAU SUR LES CHAUDIÈRES

DE MM. MOLINOS ET PRONIER,

ZAMBAUX, PROUVOST ET DOLLFUS-MIEG ET C[e]

PAR MM. E. BURNAT ET E. DUBIED

Rapporteurs du comité de mécanique à la Société de Mulhouse

(PLANCHE 3)

Parmi les nombreux problèmes de physique, de chimie ou de mécanique que la Société industrielle de Mulhouse met chaque année au concours, figurait, au programme de l'année 1858 pour 1859, l'énoncé d'une des questions les plus intéressantes pour l'industrie manufacturière. Cette question était celle de la *production économique de la vapeur*[1]. Les

1. Voici l'énoncé de ce programme : Médaille d'or, à laquelle sera ajoutée une somme de 6,000 fr. (portée plus tard à 7,500 fr.) pour celui qui aura fait fonctionner, le premier, dans le Haut-Rhin, une chaudière à vapeur dont le rendement dépassera 7 1/2 litres d'eau évaporée par kilog. de houille de Ronchamp, qualité moyenne.

La chaudière à vapeur présentée devra fonctionner à une pression d'au moins 5 atmosphères; elle devra évaporer au minimum 10,000 litres d'eau par 12 heures. Le chiffre 7 1/2 kilog. est entendu pour de l'eau réduite à 0°. La quantité de houille consommée pour l'allumage du matin, lorsque la chaudière aura été arrêtée la veille, sera additionnée avec la consommation totale de la journée pour la détermination du chiffre de rendement. Les essais pour la constatation de ce dernier chiffre devront porter sur au moins douze jours de marche consécutifs de douze heures chacun.

La chaudière ne devra pas entraîner plus d'eau que celles à bouilleurs actuellement employées en Alsace, c'est-à-dire 5 à 6 p. 100 du poids de la vapeur formée.

Le système pourra être quelconque, seulement on demande que son emploi soit simple et pratique, et n'exige pas des nettoyages et réparations fréquentes et difficiles.

Le prix pourra être décerné à l'inventeur d'un appareil nouveau, lequel appliqué sur une chaudière du système actuel, amènerait au rendement indiqué.

Une médaille d'argent et une somme de 2,000 fr. seront accordées à celui qui sera arrivé au chiffre de 7 au lieu de 7 1/2, et le quart de cette somme seulement avec la médaille à celui qui aura obtenu 6 3/4.

essais comparatifs auxquels ce concours a donné lieu ont offert, comme nous nous y attendions bien, le plus grand intérêt, principalement parce que ces essais n'ont pas été seulement des expériences de peu de durée, qui ne donnent souvent que des résultats dus à l'habileté des expérimentateurs ou à des soins que l'on ne peut constamment exiger des mécaniciens et des chauffeurs, mais bien des chiffres certains de rendement obtenus par un travail journalier qui n'a pas duré moins de quatre mois. Aussi ne saurions-nous trop louer le zèle et le dévouement de MM. les membres du comité chargés de ces essais qui exigent, comme on sait, beaucoup de temps, de soin et de connaissances spéciales.

Nous ne pouvons reproduire en entier l'excellent rapport de MM. E. Burnat et E. Dubied, publié dans le Bulletin de la Société de Mulhouse, mais l'extrait que nous allons en donner sera cependant assez étendu pour renseigner complétement sur les résultats obtenus.

Provenance et nature de la houille employée. — La houille brûlée provenait de la houillère de Ronchamp; elle a été extraite du puits Saint-Joseph, au mois de mai 1859. On en a fait venir 200 tonnes à la gare de Dornach; chaque wagon a été divisé en autant de tas qu'il y avait de chaudières à essayer, et placé dans un hangar couvert.

M. Combes, directeur de l'école impériale des mines, a analysé un échantillon de ce combustible formé de morceaux mêlés et triturés, pris dans toutes les portions des tas.

Voici les résultats de l'analyse complète qui a été répétée quatre fois et faite avec le plus grand soin dans le laboratoire d'essais de l'école, par M. Rivot, ingénieur des mines.

La combustion a été opérée au moyen d'un courant d'oxygène prolongé pendant très-longtemps sur la houille porphyrisée et mélangée dans un tube à du deutoxide de cuivre en quantité égale à 30 fois son poids. Ces précautions sont nécessaires pour que la combustion soit entière. Les quatre résultats ont présenté un accord remarquable.

Carbone.	88,00	parties	96,60 parties combustibles ou volatiles.
Hydrogène.	5,10	»	
Oxygène.	2,00	»	
Azote.	1,10	»	
Eau hydrométrique.	0,40	»	
Cendres siliceuses. .	3,40		3,40 parties combustibles fixes.
Total.	100,00		100,00

L'essai de la houille comme combustible a donné à M. Rivot les chiffres suivants :

Matières volatiles. . .	25,60	parties.
Carbone fixe	71,00	»
Cendres.	3,40	»
Total.	100,00	parties.

Par calcination en vase clos, la houille donne 74,40 p. 0/0 de coke brillant, bien aggloméré.

D'après le tableau de M. Regnault, ce combustible devrait être classé dans les houilles grasses et dures, entre la houille d'Alais (Rochebelle) et la houille de Rive-de-Gier (P. Henry).

Sur la grille, la houille de Ronchamp est loin de dénoter la même pureté qu'à l'analyse. Elle a donné en moyenne, dans les expériences, un résidu total de 19,2 p. 0/0, composé de scories, cendres et d'escarbilles enlevées sur la grille et dans le cendrier, dans la proportion suivante :

Cendres et scories.	13,8	pour cent.
Escarbilles ou charbon non brûlé.	5,4	»

On voit qu'elle est inférieure aux houilles gailleteuses de Denain, qui ont servi aux expériences de M. Cavé[1], et qui n'ont donné que 8,5 p. 0/0 de résidu total. Les houilles de Mons et de Charleroi, généralement employées à Paris, lui sont certainement très-supérieures ; en sorte que les résultats obtenus dans la Capitale ne peuvent être mis en regard de ceux de Mulhouse avec la houille de Ronchamp, sans les réduire d'un certain chiffre, qui ne pourrait être établi que par une expérience comparative faite sur le foyer d'une même chaudière avec ces différents combustibles.

Pour expliquer le désaccord apparent qui existe entre des analyses et des essais faits avec tant de soin, il faut supposer, ce qui est fort admissible, que les échantillons pris dans les tas étaient des morceaux de houille exempts de matières étrangères, et que ces tas contenaient des parties schisteuses dont la proportion ne pourrait être établie que par l'analyse d'une grande masse de combustible.

Les résultats obtenus sur la grille prouvent que la proportion de matières fixes non combustibles est de 13,8 p. 0/0 au lieu de 3,4 p. 0/0, et que, de plus, 5,4 p. 0/0 de carbone échappent à la combustion. Nous en concluons qu'au lieu de 96,6 p. 0/0 de parties combustibles ou volatiles, il n'en existe en réalité que 86,2 p. 0/0, dont 5,4 échappent à la combustion et se retrouvent dans les résidus sous la forme d'escarbilles.

En admettant que les éléments combustibles ou volatiles se trouvent dans les 86,2 p. 0/0 en proportions identiques à ceux que l'analyse a trouvés dans les 86,6 p. 0/0, on arriverait à établir comme suit la composition de 100 parties de houille de Ronchamp du puits de Saint-Joseph.

Carbone combustible industriellement.	73,10	Parties combustibles ou volatiles. . . .	86,20
Carbone ou escarbilles non brûlées sur les grilles. . .	5,40		
Hydrogène.	4,55		
Oxygène.	1,79		
Azote.	1,00		
Eau hygrométrique.	0,36		
Scories et cendres.	13,80	Scories et cendres. .	13,80
	100,00		100,00

1. Voir le t. IV de la *Publication industrielle*, où ces expériences ont été mentionnées avec détail.

La houille de Ronchamp donne, par sa distillation, environ 250 litres de gaz par kilogramme, et laisse, comme résidu, un coke de qualité médiocre. Mélangée avec environ son poids de houille maréchale de Saint-Étienne, elle est employée aux feux de forge dans plusieurs établissements industriels de Mulhouse.

De la mesure du tirage. — La mesure du tirage n'est autre que la mesure des volumes d'air exprimés en mètres cubes, employés pour la combustion d'un kilogramme de combustible.

L'appareil qui a été appliqué à cet effet dans les expériences consiste en un tube de zinc de 0m500 de diamètre aboutissant, d'une part, sous la grille de la chaudière, de l'autre, dans l'atmosphère.

Dans sa partie verticale, ce tube renfermait un *anémomètre* que l'on pouvait consulter à volonté et sans établir la communication avec l'atmosphère, au moyen d'une porte vitrée convenablement disposée. La forme du cône destiné à la fermeture du tube avait pour but de laisser subsister le parallélisme des veines fluides qui se rendaient au cendrier.

On a trouvé pour trois journées d'expériences, au moyen de l'anémomètre totalisateur fixé à demeure dans l'ajutage : 8m.c.,03, 8m.c.,41, 7m.c.,85 d'air introduit par kilogramme de houille brûlée.

Pour établir la vitesse moyenne de l'air dans le tuyau, lorsqu'on a observé le nombre de tours de l'axe des ailettes de l'appareil, il faut connaître le temps durant lequel celui-ci a fonctionné.

On note donc le moment où la chaudière a été mise en feu, celui où, le travail étant achevé, on a fermé définitivement le registre, et on déduit le temps consacré au nettoyage.

Il y a évidemment une cause d'erreur provenant de ce que, chaque fois que la charge de combustible a lieu, l'anémomètre s'arrête, et que l'air, au lieu de passer par l'ajutage, s'engouffre dans le foyer par la porte ; il n'a pas été tenu compte de ces arrêts dans les observations.

Enfin tous les volumes calculés ont été réduits à 8° et à la pression barométrique de 0,76.

La formule qui convenait à l'appareil était :

$$v = 0,125 + 0,195 \times n,$$

v étant la vitesse de l'air par seconde ; n le nombre de tours de l'axe des ailettes par seconde.

Du nombre des charges. — Des expériences ayant montré que le nombre des charges avait une influence sur le rendement, il n'était pas inutile de tenir note de cette circonstance.

L'instrument fort simple employé à cet effet consistait en une pince dans laquelle le chauffeur était tenu de placer sa pelle chaque fois qu'il en avait fait usage ; cette pince en s'ouvrant mettait en mouvement un cadran en papier, qui, en s'appliquant contre l'aiguille d'une horloge, donnait à la fin de chaque journée le nombre et la séparation des charges opérées.

De la mesure de l'eau d'alimentation. — Le jaugeage de l'eau introduite dans l'appareil d'évaporation est l'un des points les plus importants dans ce genre d'essais. En l'absence d'un compteur à eau dont les indications soient tout à fait rigoureuses, les essais de chaudières présentent de ce côté encore une difficulté de plus. Il s'agissait d'employer à l'alimentation, à volonté, l'eau chaude

provenant du condenseur d'une machine à vapeur, ou l'eau froide provenant d'un puits ; dans ce dernier cas, il eût suffi de préparer un grand réservoir jaugé, qui aurait livré de l'eau pour la journée.

L'appareil employé consistait en une cuve en tôle dont la capacité était de 214 litres. L'eau arrivait par un tuyau situé à la partie inférieure, et elle était extraite par un autre partant du fond et s'élevant jusqu'au sommet.

Le premier de ces tubes était mis en relation avec une pompe qui aspirait l'eau, soit dans le condenseur, soit dans le puits ; l'autre avec une seconde pompe qui refoulait l'eau dans les chaudières. Le premier tuyau et l'appareil injecteur étaient placés au-dessus du niveau du vase, afin que ce tuyau restât constamment rempli d'eau. Le robinet était fermé chaque fois qu'une cuve était pleine, et maintenu tel pendant tout le temps que durait l'aspiration de l'eau contenue dans la cuve : ceci dans le but d'éviter les pertes qui auraient pu se produire par les soupapes de la pompe alimentaire.

Afin d'éviter toute espèce d'erreur, un homme de confiance était chargé uniquement, durant toute la durée des essais officiels, du soin de noter le nombre de cuves introduites dans la chaudière en essai. Le chauffeur de l'appareil en expérimentation et le soigneur de la machine contrôlaient du reste constamment ces inscriptions. A plusieurs reprises, les concurrents eux-mêmes ont eu un employé chargé spécialement de la vérification des résultats fournis par le compteur.

Lorsque l'on avait ainsi obtenu le volume de l'eau à la température de l'alimentation, déduction faite du niveau de l'eau, on réduisait ce même volume à 4° c. Cette correction, pour une température de 50° c., ne diminuait du reste le résultat que de 1,2 pour 100. On cherchait ensuite quel aurait été dès lors le volume ou le poids d'eau évaporée, si la température de l'eau d'alimentation eût été de 4° c. au lieu de celle observée. Ce poids était donné par la formule

$$x = \frac{M\,(650 - t')}{650 - 4}\,m,$$

M étant le poids de l'eau évaporée par kilogramme de houille à la température de l'eau d'alimentation t'[1].

On a admis le chiffre 650 comme suffisamment exact dans l'espèce, bien qu'il faille lui substituer celui donné par la formule de M. Regnault $(606,5 + 0,305\,t)$.

Détermination de la température de la fumée. — Pour mesurer cette température, on suspendait dans les carneaux un cylindre en fer d'un poids de 2 à 3 kilogrammes ; on le laissait plongé dans le courant un temps suffisamment long, puis on le sortait et on le plongeait dans un vase en tôle d'une capacité

1. Un kilogramme d'eau à t' degrés absorbe, pour s'évaporer, $650 - t'$ calories, d'où M kilogrammes absorbent : $M\,(650 - t')$. Soit x le nombre de kilogrammes d'eau à 4° qui peuvent être évaporés avec la même quantité de chaleur.

Chaque kilogramme exige : $650 - 4$ calories, d'où pour x, $x\,(650 - 4)$

On a donc : $x\,(650 - 4 = M\,(650 - t')$

D'où $$x = \frac{M\,(650 - t')}{650 - 4}$$

(Voir le *Traité des moteurs à vapeur* (1er vol.) de M. Armengaud aîné.

de 25 à 30 litres. On agitait convenablement l'eau, puis, lorsque le cylindre en fer était refroidi, on prenait la température de l'eau et on calculait, au moyen de la formule suivante, la température que possédait la fumée :

$$x = \frac{(M + P'c)\ (t' - t)}{P\,c} + t',$$

t représentant la température initiale de l'eau, t' sa température finale;
M le poids de l'eau ;
P' le poids du vase et de son agitateur;
P celui du cylindre en fer;
c la chaleur spécifique du fer.

Cette dernière quantité variant avec la température, on ne peut obtenir en définitive qu'une approximation. M. Péclet évalue à 10 pour 100 les erreurs possibles.

Le poids du vase étant réduit en eau et ajouté à celui de l'eau, on a $M + P'c$; la température de l'eau et du vase a augmenté de $t' - t$ degrés.

Ils ont donc absorbé $(M + P'c)\ (t' - t)$ calories.

La température du fer s'est abaissée de x à $t'°$; ce fer a donc perdu une quantité de chaleur égale à

$$P\,c\,(x - t').$$

Or, $$(M + P'c)\ (t' - t) = P\,c\,(x - t')$$

d'où la formule précitée.

Comparaison des foyers sous le rapport de la fumivorité. — Afin d'arriver, sous ce rapport, à une approximation, les expérimentateurs ont eu recours à un procédé assez grossier, il est vrai, mais suffisant pour le but qu'ils s'étaient proposé. Un observateur notait chaque fois, durant au moins six heures consécutives, le nombre de minutes durant lesquelles la fumée sortait de la cheminée sous divers aspects divisés en trois catégories : fumée noire, tels qu'apparaissaient les gaz résultant de la combustion peu d'instants après une charge; puis fumée légère, et enfin fumée incolore. Ces observations étaient rapportées chaque fois à 100 minutes.

Les chiffres ainsi obtenus, lorsqu'ils étaient relatifs à une même chaudière placée dans des conditions analogues quant au tirage et au nombre de charges, étaient sensiblement les mêmes.

Détermination de l'eau vésiculaire entraînée avec la vapeur. — Cette question est une des plus graves qui ont préoccupé le comité de mécanique, déjà avant que le concours fût ouvert.

Dans le cours des essais, des discussions fréquentes ont eu lieu à ce sujet, tant au sein du comité qu'entre les inventeurs et ceux des membres qui étaient plus spécialement chargés de la direction des essais. Le programme, sans entrer dans les détails de cette question difficile, se bornait à demander que les chaudières n'entraînassent pas plus d'eau que les chaudières à bouilleurs dans de bonnes conditions, et indiquait un chiffre de 5 à 6 pour 100 comme un maximum qui ne devait pas être dépassé.

Voici quels ont été les divers moyens essayés pour arriver à la détermination

d'une cause perturbatrice qui jette si souvent du doute sur les essais de chaudières les plus habilement conduits :

1° Faire servir les chaudières en expérimentation à un travail déterminé aussi parfaitement constant que possible, tel que celui d'une machine à vapeur placée dans des conditions identiques;

2° Employer l'un des moyens proposés pour débarrasser mécaniquement la vapeur de l'eau vésiculaire;

3° Faire usage du *calorimètre* employé par M. Hirn dans ses essais sur les enveloppes de Watt;

4° Injecter dans la chaudière une dissolution de sel et mesurer, après quelques heures de marche, la richesse en sel de l'eau contenue dans ce même générateur;

5° Enfin exiger des concurrents le desséchement de la vapeur par le surchauffage.

Parmi les divers procédés essayés pour déterminer la quantité d'eau entraînée, on a appliqué celui de M. Hirn sur le générateur de M. Prouvost, et décrit dans le tome XXVII du Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.

Lors des expériences qui ont été faites à la manufacture des tabacs de Paris, sur l'appareil de MM. Molinos et Pronnier, un autre procédé fort ingénieux a été essayé. Une certaine quantité de sel marin dissous dans de l'eau fut introduite dans le générateur de vapeur, au moyen de la pompe alimentaire.

A des intervalles de quelques heures et au commencement et à la fin de chaque jour on extrayait quelques litres d'eau de la chaudière. La richesse de chacune de ces portions d'eau en sel étant connue, et si l'on admet que l'eau vésiculaire seule entraînait du sel, à l'exclusion de la vapeur, on conçoit qu'il y ait là en principe un moyen en apparence fort rationnel de déterminer l'entraînement de l'eau[1].

Soit i_0 la proportion de sel contenue primitivement dans l'eau;
i_1 celle qu'elle contenait un ou plusieurs jours après;
k la proportion de sel contenue dans l'eau d'alimentation;
$\frac{1}{n}$ la proportion d'eau entraînée à l'état liquide par la vapeur;
P le poids moyen de l'eau que renferme la chaudière;
p celui de l'eau évaporée et entraînée par la vapeur pendant l'intervalle des deux expériences.

On peut supposer que, pendant cet intervalle, la proportion de sel contenue dans la chaudière s'est maintenue à la valeur moyenne

$$\frac{i_0 + i_1}{2}.$$

Le poids du sel perdu pendant ce temps par l'eau de la chaudière est égal à

$$P\,i_0 + p\,k - P\,i_1 = P\,(i_0 - i_1) + p\,k.$$

1. Ce qui suit est extrait du rapport de M. Rolland, ingénieur en chef du service des tabacs, en date du 30 juin 1859.

D'autre part, le poids de sel entraîné par l'eau mêlée à la vapeur pendant ce même temps est égal à

$$\frac{1}{n}\,p\,\frac{i_0 + i_1}{2}, \text{ et}$$

$$P\,(i_0 - i_1) + p\,k = \frac{1}{n}\,p\,\frac{i_0 + i_1}{2};$$

d'où

$$n = \frac{p\,(i_0 + i_1)}{2\,P\,(i_0 - i_1) + 2\,p\,k.}$$

Ajoutons que ce procédé a indiqué à la manufacture des tabacs une moyenne de $\frac{1}{158}$ du poids de l'eau vaporisée, entraînée à l'état liquide par la vapeur.

DESCRIPTION DES GÉNÉRATEURS ADMIS AU CONCOURS

ET DE LA CHAUDIÈRE A BOUILLEUR QUI LEUR A ÉTÉ COMPARÉE.

CHAUDIÈRE DE MM. MOLINOS ET PRONNIER.

Nous croyons devoir renvoyer pour la description du générateur de MM. Molinos et Pronnier au vol. x[e] de ce Recueil et à notre *Traité des moteurs à vapeur*, où ce système a été dessiné et décrit avec détail.

Les expérimentateurs ont reconnu que cet appareil est fumivore; nous voyons, en effet, disent-ils, qu'on peut admettre, d'après nos observations, qu'il y a :

10 0/0	où la fumée apparaît d'un noir peu prononcé[1];
21 0/0	où la fumée est claire et légère;
69 0/0	où il n'y a pas trace de fumée.
100	temps total.

Les rapporteurs sont convaincus que la fumée produite dans ces conditions n'est pas de nature à vicier l'atmosphère ambiante.

MM. Molinos et Pronnier admettent qu'ils doivent brûler, en marche courante, 100 kilogrammes de houille par mètre carré de surface de grille et par heure, et qu'on peut atteindre 150 kilogrammes sans inconvénient. Dans les derniers essais officiels, la longueur des barreaux ayant été réduite de 1m450 à 1m120, il a été brûlé 100 kilogrammes par mètre carré de surface de chauffe totale et par heure, tandis qu'on doit lui en demander, d'après MM. Molinos et Pronnier, 25 en marche normale et qu'on peut arriver facilement à 35 kilogrammes.

On aurait pu, par conséquent, évaporer les 10,000 litres qu'absorbait

1. Ce fait se produit au sommet de la cheminée pendant la charge, et cesse aussitôt que l'action du ventilateur sur le foyer est rétablie.

la machine avec un générateur d'un numéro inférieur, et de moins de 50 mètres carrés de surface de chauffe.

La fumivorité est obtenue au moyen d'un excès d'air introduit. Il a fallu, en moyenne, insuffler dans l'appareil 16,36 mètres cubes d'air par kilogramme de houille brûlée.

Ainsi qu'on le verra plus tard, quand on fera comparaison des quatre appareils au point de vue de l'état de la fumée, ce n'était qu'au moyen d'une introduction de 19 à 20 mètres cubes d'air, que le temps de la fumée noire était inférieur à 6 0/0 du temps total.

Depuis l'Exposition de 1855, où MM. Molinos et Pronnier avaient exposé leur premier appareil, jusqu'en 1860, ils en ont exécuté 14 autres représentant une surface de chauffe totale de 856 mètres carrés.

Pendant les vingt-huit jours qu'a fonctionné ce générateur, un peu compliqué d'exécution il est vrai, mais d'une conduite très-facile, MM. Burnat et Dubied se sont assurés qu'on pouvait le placer sans inconvénient entre les mains de chauffeurs ordinaires, qui se mettent bientôt au courant de sa marche.

L'emploi du ventilateur ne présente aucune difficulté pratique.

La puissance motrice qu'il absorbe, et qui a été mesurée au dynamomètre, varie de 21 à 80 kilogrammètres par seconde, selon que les valves de sortie sont closes ou complétement ouvertes.

Le prix d'une chaudière complète, de 50 mètres de surface ou de 50 chevaux, avec ventilateur et cheminée en tôle, livrée dans les ateliers d'Oullins, s'élève à 12,600 fr. Son poids, sans ses accessoires, est de 7,421 kilogrammes. Il faut y ajouter un ventilateur et sa transmission que nous évaluons à 400 fr. environ. Total 13,000 fr.

CHAUDIÈRE DE M. ZAMBAUX

(REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 ET 2 DE LA PL. 3).

La fig. 1 est une section verticale passant par l'axe de la chaudière tubulaire et de son foyer.

La fig. 2 est une double section horizontale faite mi-partie à la hauteur de la ligne 1-2 et mi-partie suivant 3-4.

A l'inspection de ces figures on reconnaît que la chaudière de M. Zambaux se compose :

1° D'un foyer ou boite à feu cylindrique F, établie à la partie inférieure et ayant pour ciel une plaque tubulaire *f*, d'où part un faisceau de 216 tubes verticaux E, en laiton, de 48 millimètres de diamètre intérieur sur 2^m 50 de longueur totale;

2° D'un corps cylindrique G qui enveloppe le foyer et les tubes et qui se termine à la plaque tubulaire supérieure *f'*. Ce corps cylindrique est entouré de produits non conducteurs pour protéger la chaudière du refroidissement;

3° D'une boite à fumée H, établie à la partie supérieure et surmontée par la cheminée.

La prise de vapeur N est pratiquée dans le haut du corps cylindrique à 0m700 environ au-dessus du niveau de l'eau, qui est de 1 mètre en contre-bas de la plaque tubulaire supérieure f'. Les tubes sont ainsi émergés de 1 mètre quand la chaudière est froide.

En général, toutes les fois que les bulles de vapeur qui se forment sur les surfaces de chauffe d'un générateur ont une très-grande hauteur de liquide à traverser pour arriver dans le réservoir de vapeur, que la surface supérieure de l'eau est peu considérable, que le rapport du volume d'eau soumis à l'ébullition à la quantité de vapeur produite est faible, il se fait nécessairement dans la masse chauffée une grande agitation, et la vapeur entraîne avec elle beaucoup d'eau dans les tuyaux de sortie.

C'est ce que M. Zambaux a très-bien compris. Pour remédier à ce grave inconvénient, il a établi dans sa chaudière une enveloppe en tôle galvanisée J, à laquelle il donne le nom de *chemise du faisceau tubulaire*. Cette chemise, cylindrique par le bas et hexagonale par le haut, enveloppe le foyer et les tubes et s'élève, sans solution de continuité, jusqu'à 0m10 en contre-bas de la plaque tubulaire supérieure.

L'appareil est complété par un capuchon K cylindrique, un peu plus grand que la chemise, rivé à la plaque tubulaire supérieure, et d'une hauteur suffisante pour que sa partie inférieure plonge dans l'eau. Il est percé sur toute sa hauteur, du côté opposé au tuyau de prise de vapeur, de 40 millimètres de diamètre.

La grille L est circulaire comme le foyer et la partie supérieure affecte une forme sphérique. Si l'on admet, avec M. Zambaux, que le combustible est chargé sur toute sa superficie à une épaisseur uniforme, la surface rayonnante sera plus considérable qu'avec une grille plane, et les rayons calorifiques normaux à la surface sphérique atteindront mieux les parties cylindriques de la boite à feu.

Voici maintenant, d'après M. Zambaux, la théorie de la marche de l'appareil. La vapeur produite par le foyer et les tubes forme avec l'eau contenue dans l'intérieur de la chemise une masse aquo-vaporeuse d'un poids spécifique moindre que l'eau extérieure dont la température est relativement froide, puisqu'elle n'est pas en contact avec les surfaces de chauffe. Par suite de cette différence de densité, l'eau intérieure mêlée à la vapeur incessamment formée s'élève jusqu'au sommet des tubes et les met à l'abri d'une température qui pourrait les altérer. Le mélange, en arrivant au sommet de la chaudière, rencontre le capuchon K qui l'oblige à changer brusquement de direction; l'eau se sépare alors de la vapeur, redescend dans l'intervalle de la chemise et du capuchon le long de leurs parois, tandis que cette dernière traverse les trous pratiqués dans le capuchon, se rend dans le réservoir M, et de là dans le tuyau de conduite N. L'eau froide est introduite dans la chaudière, à sa partie infé-

rieure, par le tuyau d'alimentation O ; elle y séjourne par sa plus grande densité, et s'élève graduellement à mesure qu'elle s'échauffe le long des parois du foyer jusqu'à la naissance du faisceau tubulaire.

M. Zambaux attache avec raison une grande importance à ce mode d'alimentation. « Il est un fait acquis à la science, dit-il, c'est que les eaux d'alimentation, chargées de dépôts calcaires solubles à la faveur d'un excès d'acide carbonique, se débarrassent, sous l'action d'une température inférieure à 100 degrés qui dégage l'acide carbonique, de la plus grande partie du carbonate de chaux qu'elles contiennent. Ce phénomène se passe à la partie inférieure de mon appareil, les dépôts s'accumulent au bas de la chaudière, en sorte qu'il n'arrive à la partie supérieure du foyer que des eaux purifiées qui ne peuvent incruster les tubes. »

Le générateur de M. Zambaux est simple et bien étudié. Pendant les vingt-quatre jours qu'il a été essayé, il n'a présenté d'autre inconvénient que celui de fuites continuelles au pourtour du cadre de la porte du foyer. Il sera facile de les éviter en imitant dans la construction de cette partie du générateur les dispositions de la chaudière précédente.

La surface de chauffe n'a produit pendant les essais que 8,10 kilogrammes par mètre carré et par heure, ce qui donne une moyenne de 8,600 litres en 12 heures. L'appareil avec les 89 mètres carrés de surface de chauffe aurait certainement suffi à une évaporation plus considérable. On a brûlé sur la grille 710 kilogrammes par heure et par mètre carré en introduisant 7,79 mètres cubes d'air dans le cendrier par kilogramme de houille.

Le prix du générateur envoyé au concours par M. Zambaux est de 9,600 fr. pris dans les ateliers de l'inventeur à Paris, y compris les accessoires de toute nature et la cheminée en tôle qui le surmonte, et son poids approximatif est de 8,000 kilogrammes.

CHAUDIÈRE DE M. A. PROUVOST

(REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 3 ET 4 DE LA PL. 3).

La chaudière de M. Prouvost, de Lille, est un appareil mixte où la flamme, après avoir passé sous une chaudière cylindrique sans bouilleurs, entoure successivement deux réchauffeurs en tôle et pénètre avant son entrée dans une cheminée ordinaire en briques, dans des tubes contenus dans un cylindre en tôle dont elle a préalablement chauffé la surface extérieure; la fig. 3 en est une section longitudinale faite par le milieu; la fig. 4 en est une section transversale suivant la ligne 5-6.

Ce générateur est monté dans un fourneau en briques A dont le foyer contient une grille F de forme ordinaire. Après avoir passé sur l'autel B, la flamme pénètre dans un canal C, où elle entoure complétement la moitié inférieure du corps cylindrique D.

· Le sol de ce canal est formé par la partie supérieure de deux tubes réchauffeurs en tôle G et H, d'un diamètre de 0m300, engagés en partie dans la maçonnerie, et par une fraction de la surface d'un cylindre en tôle à fonds plats I, d'un mètre de diamètre sur 3m400 de longueur, rempli par 145 tubes horizontaux en laiton K, de 50 millimètres de diamètre intérieur sur 3,400 de longueur. Le cylindre tubulaire I est placé sous la partie postérieure du corps cylindrique supérieur, avec lequel il communique par deux tubulures L.

Deux murs en briques E remplissent l'intervalle qui existe au fond du canal C, entre le cylindre tubulaire et les deux réchauffeurs G et H. Ils s'interrompent à une distance de 0m50 environ du mur vertical qui termine ledit canal, pour laisser au delà des réchauffeurs qui les dépassent de 0m28, deux ouvertures M (indiquées en ponctué, fig. 4), par lesquelles les gaz chauds descendent (suivre la marche indiquée par les flèches) dans un second canal O, où ils changent le sens de leur marche en entourant le cylindre tubulaire et en léchant le dessous des réchauffeurs G et H. Arrivés à l'extrémité du canal inférieur, les gaz chauds, revenant encore une fois sur eux-mêmes, entrent dans les 145 tubes d'où ils ne sortent que pour se rendre dans une chambre P, et de là dans la cheminée par un conduit souterrain. Deux portes donnent accès dans le canal O et dans la chambre P; ce qui permet de nettoyer facilement l'extérieur du cylindre tubulaire et ses tubes.

L'eau d'alimentation pénètre dans l'appareil par un tuyau T, à l'extrémité postérieure du réchauffeur G. Elle parcourt ce dernier dans toute sa longueur, en sort par le tuyau U, qui la conduit par le tuyau U′ dans le cylindre tubulaire d'où elle monte dans le corps cylindrique supérieur par les deux tubulures L. Quant à ce qui est du réchauffeur H, il n'a de communication avec les autres parties du générateur que par un tuyau qui communique avec celui V (fig. 3), et doit servir à y introduire l'eau froide en donnant une issue à la vapeur et à l'eau chaude qui y sont produites. Grâce à l'immense surface de chauffe de cet appareil (103 mètres carrés), M. Prouvost a réussi à refroidir la fumée à 185 degrés, pendant que MM. Molinos, Pronnier et M. Zambaux l'abandonnent dans la cheminée à 254 et 280 degrés. Aussi y a-t-il peu de différence dans le rendement de M. Prouvost et celui de ses deux concurrents, dont les générateurs n'ont que 49, 46 et 89 mètres carrés de surface de chauffe.

L'addition d'un réchauffeur d'eau d'alimentation à une chaudière à vapeur est très-avantageuse, mais à la condition de faire marcher l'eau à réchauffer en sens inverse des gaz à refroidir, et de faire arriver l'eau froide sur les surfaces exposées les dernières à l'action de l'air chaud.

Pendant la durée des expériences, la vapeur produite par mètre carré de surface de chauffe n'a pas dépassé 7,15 kilogrammes.

On a brûlé sur la grille 500 kilogrammes de houille par mètre carré et par heure, avec une dépense d'air de 16,36 mètres cubes par kilogramme.

La chaudière de M. Prouvost fonctionne à Lille, dans son établissement. Son prix de revient est de 10,800 fr., en y comprenant tous les accessoires, le fourneau et une cheminée en briques carrée de 20 mètres de haut sur 0m60 d'ouverture au sommet.

CHAUDIÈRE A TROIS BOUILLEURS DE M. DOLLFUS MEIG ET Ce

(REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 5 ET 6 DE LA PL. 3).

Cette chaudière n'est pas de construction récente. Elle a été établie, en 1842, par MM. J.-J. Meyer et Ce, sur le type généralement adopté en Alsace, et n'offre rien de particulier dans sa disposition.

Elle se compose, ainsi que le font bien voir les sections longitudinale et transversale (fig. 5 et 6), d'un corps cylindrique A de 1m20 de diamètre sur 5m50 de longueur, et de trois bouilleurs B de 0m40 de diamètre sur 5m50 de longueur, réunis chacun au corps cylindrique par une seule tubulure C. La flamme, après avoir léché le dessous des bouilleurs, fait ensuite le tour du corps cylindrique pour se rendre dans la cheminée à l'arrière du fourneau.

La surface de chauffe totale n'est que de 27,35 mètres carrés, bien inférieure, on le voit, à celle des trois chaudières qui lui ont été comparées. Elle a dû produire 28,90 kilogrammes de vapeur par mètre carré et par heure, en brûlant, dans ce temps, 800 kilogrammes de houille par mètre carré de grille, avec une introduction d'air de 8,58 mètres cubes par kilogramme. Elle abandonnait la fumée à 441 degrés, ce qui explique l'infériorité de son rendement.

On établit en Alsace une chaudière de cette dimension avec une cheminée pareille à celle de M. Prouvost, au prix de 9,750 fr., y compris les accessoires, sans la tuyauterie.

RÉSULTATS OBTENUS.

PARALLÈLE ÉTABLI ENTRE LES DIVERS GÉNÉRATEURS AU POINT DE VUE DE LEURS DIMENSIONS PRINCIPALES ET DE QUELQUES CIRCONSTANCES DE LEUR MARCHE.

Le tableau représente d'une manière fidèle la marche et les particularités des essais qui ont été faits sur les quatre chaudières soumises au concours. Au-dessus se trouvent résumées les principales dimensions de ces chaudières, leurs rendements et les données essentielles qui peuvent servir à la discussion de leur mérite relatif.

TABLEAU

COMPARATIF RÉSUMANT LES PRINCIPALES DIMENSIONS DES CHAUDIÈRES, LEUR RENDEMENT, ET QUELQUES CHIFFRES RELATIFS A LEUR MARCHE.

DIMENSIONS.	Molinos et Pronnier.	Zambaux.	Prouvost.	Dollfus-Meig et Comp^{e}.
Surface de chauffe totale..................	49.46	89.00	103.24	27.25$^{m.q.}$
Surface de chauffe directe exposée au feu.......	5.99	7.25	2.35	2.48$^{m.q.}$
Rapport de la surface de chauffe totale à la surface directe..................................	8.26	12.30	44.00	19.90
Capacité totale..................................	5.03	3.95	6.50	8.76$^{m.c.}$
Volume occupé par l'eau........................	3.09	3.24	5.28	7.19$^{m.c.}$
Volume occupé par la vapeur................	1.94	0.71	1.22	1.57$^{m.c.}$
Surface totale de la grille....................	1.23 / 0.95	1.22	1.80	1.32$^{m.q.}$
Surface pleine de la grille.....................	0.60	0.85	0.94	1.03$^{m.q.}$
Surface vide de la grille formée par les interstices des barreaux.......................	0.63	0.37	0.86	0.29$^{m.q.}$
Rapport de la surface de chauffe totale à la surface de la grille............................	40.21	72.90	57.30	20.70
Surface de chauffe en mètres carrés par mètre cube d'eau contenue dans la chaudière...........	16.00	27.40	19.55	3.79$^{m.q.}$
Observations. — La surface de la grille de MM. Molinos et Pronnier a été réduite dans les derniers essais à 0$^{m.q.}$95.				
Résultats obtenus.				
Eau évaporée par kil. de houille Ronchamp réduite à 0° quant au volume et à la température. — essais préliminaires.	6.94	7.43	6.99	
— essais officiels......	7.73	7.68	7.69	6.71$^{kil.}$
— moyenne générale..	7.34	7.56	7.40	
Résidus sortis du foyer et du cendrier par kilog. de houille brûlée, moyenne générale.........	0.19	0,19	0,20	0.19$^{kil.}$
Nombre de kilog. de vapeur produite par mètre carré de surf. de chauffe totale, moyenne génér.	14.90	8.10	7.15	28.90
Température de l'air à son entrée dans le foyer, moyenne générale........................	19.40	18.80	16.60	22.40^{deg}
Température de l'air à sa sortie du registre et à son entrée dans la cheminée, moyenne générale.	254.00	280.00	185.00	441.00^{deg}
Houille brûlée par heure et par mètre carré de surface de grille...........................	770	720	500	800$^{kil.}$
Houille moyenne par charge..................	16.90	6.07	7,50	15,00$^{kil.}$
Air introduit sous le foyer par kilog. de houille, ramené à 0° et à 0^{m}76 de pression..........	17.25	7.60	16.36	8.58$^{m.c.}$
Rapport au temps total, du temps où la fumée était complétement incolore................	0.69	0.37	0.48	0.52
Quantité de houille brûlée réduite à une force constante de 42 chevaux, et un nombre de tours de volant de 20,284 en 12 heures (en supprimant dans la moyenne de M. Zambaux la semaine du 22 août)........................	1161	1120	1120	1273$^{kil.}$
Prix de l'appareil : y compris le fourneau et la cheminée en briques, pour les chaudières Prouvost et Dollfus-Meig et Compagnie............	13,000	9,600	10,800	9,750$^{fr.}$

On voit que le rendement moyen des trois chaudières tubulaires s'est élevé à 7k70 pendant les essais officiels, et, chose remarquable, la différence entre les deux rendements extrêmes (Molinos et Zambaux) n'est que 0,5 0/0, c'est-à-dire tout à fait insignifiante.

La chaudière à bouilleurs a produit 6k71. Ces deux chiffres sont entre eux comme 114,7 est à 100.

Chaque kilogramme de houille a donc évaporé dans les chaudières à tubes 0k99 ou 14,7 0/0 d'eau de plus que dans la chaudière ordinaire.

L'infériorité de cette dernière provient en partie de son peu de longueur et partant de son peu de surface de chauffe, qui ne lui permettait pas de refroidir la fumée au-dessous de 441 degrés, tandis que les autres générateurs l'envoyaient dans la cheminée à une température moyenne de 239 degrés.

Nous ne prétendons pas toutefois, observent les expérimentateurs, qu'il soit possible, au moyen d'une plus grande surface, d'obtenir avec ce type de chaudière à bouilleurs la production des chaudières tubulaires. Celles-ci refroidiront toujours mieux la fumée en la divisant dans un grand nombre de tubes, qu'elle ne peut l'être dans des carneaux à grande section qu'elle traverse en un seul faisceau, qui ne perd que le calorique de celles de ses parties qui avoisinent les surfaces de chauffe.

Après l'évaluation du travail résistant de toutes les machines réceptrices conduites par le moteur qu'ont successivement alimenté les quatre chaudières, MM. Burnat et Dubied ont cherché à évaluer quelle aurait été la consommation de la houille si la machine avait eu à vaincre une résistance constante de 42 chevaux, en supposant à l'arbre du volant une vitesse de régime de 20,284 tours en 12 heures. Un travail analogue a été également fait au sujet de l'eau d'alimentation, et, dans les mêmes conditions, pour le nombre de litres qui aurait été dépensé.

D'après la plus grande portée des essais faits sur la chaudière Zambaux, on a été fondé à admettre qu'on évaporait 7,765 kilogrammes d'eau par la combustion de 937 kilogrammes de houille, que ces 7,765 kilogrammes de vapeur contenaient le minimum d'eau vésiculaire entraînée, et que si le volume d'eau évaporée par d'autres chaudières, pour produire le même travail, était supérieur à 7,765 litres, la différence ne pouvait que représenter de l'eau entraînée mécaniquement.

La quantité d'eau consommée pour une force constante avait atteint son maximum dans l'essai du 11 au 14 octobre, dans la chaudière de MM. Molinos et Pronnier. Son chiffre s'élevait à 10,115 litres.

Il fallait admettre, pour rester conséquent, que cette chaudière avait entraîné avec la vapeur 2350 litres (10,115 — 7,765) d'eau, et que, dans des essais précédents, ceux du 11 au 12 juillet, par exemple, l'entrainement n'était que de 870 litres (8,633 — 7,763).

Ou bien n'était-il pas plus naturel de supposer que la machine avait exigé dans les premiers essais 8,633 kilogrammes de vapeur et 10,115

dans les derniers, et que la chaudière de ces messieurs les avait réellement produits.

On pouvait se poser la même question à propos des chiffres obtenus dans les essais de la chaudière à trois bouilleurs et de celle de M. Prouvost.

Dans la semaine du 25 au 30 juillet, la chaudière de M. Zambaux avait évaporé 8,679 litres; mais comme l'essai était préliminaire, on pouvait supposer que les mêmes soins pour éviter l'entraînement de l'eau n'avaient pas été pris, et qu'il fallait baser toutes les comparaisons sur le chiffre de 7,765 litres, obtenu dans les essais officiels du 22 au 27 août.

Les essais officiels du 29 août au 30 septembre sur la chaudière Zambaux n'avaient pas pu fournir de chiffre comparatif, parce qu'on avait laissé échapper dans l'atmosphère une partie de la vapeur fournie, afin d'atteindre la production de 10,000 litres exigée par le programme.

L'incertitude dura jusqu'aux essais du 17 au 22 octobre, où la chaudière de M. Zambaux évapora 9,389 litres, qui furent absorbés par la machine pour produire le travail constant de 42 chevaux.

Ce résultat renversa toutes les hypothèses sur lesquelles on s'était appuyé et confirma les indications d'expériences calorimétriques faites dans l'intervalle qui faisaient supposer, malgré quelques anomalies dans leurs résultats, que la vapeur de toutes les chaudières était à peu près également sèche.

Il était impossible qu'à trois mois de distance il eût fallu produire dans une chaudière placée dans des conditions identiques 7,765 et 9,389 litres de vapeur (différence : 1,624 litres) pour obtenir la même puissance motrice. Cette différence ne pouvait s'expliquer qu'en admettant une erreur dans le chiffre de 43,18 chevaux, comme représentant le travail moteur de la machine dans la semaine du 22 au 27 août. Il y avait eu certainement à cette époque une diminution considérable dans la résistance du tissage, et ce fait avait échappé aux observations.

Nous ferons remarquer encore que la détente de la machine étant variable sous l'action du régulateur à force centrifuge, la vapeur n'était pas toujours utilisée dans les mêmes conditions, et qu'il n'est pas permis d'admettre d'une manière absolue la constance du rapport entre le poids de la vapeur absorbée et le travail produit.

Ainsi il était logique de penser qu'il y avait eu de grandes variations dans le travail résistant, et d'en revenir purement et simplement à apprécier le rendement des chaudières par la mesure de l'eau d'alimentation, en admettant que toutes les vapeurs étaient également sèches.

QUANTITÉ D'AIR INTRODUITE PAR KILOGRAMME DE HOUILLE. — MM. Molinos et Pronnier, dans l'expérience du 24 juillet, obtenaient une fumivorité presque complète en introduisant 19 à 20 mètres cubes d'air par kilogramme de houille.

Dans ces conditions, le temps de la fumée noire était les 5,9 0/0 du temps total; il s'élevait à 14,5 0/0 le 4 octobre, avec une introduction de 16,22 mètres cubes.

Il aurait fallu des expériences prolongées pour constater l'influence, sur le rendement, du volume d'air introduit. Le rendement augmentait généralement quand le volume d'air diminuait.

Toutefois, dans les journées des 13 et 14 octobre, on a obtenu de très-bons rendements de 7,725 et 7,91, avec des introductions de 21,72 et 19,81 mètres cubes d'air.

Il aurait été intéressant d'étudier la production de ce générateur en l'alimentant avec 8 à 10 mètres cubes.

MM. Molinos et Pronnier, admettant avec raison qu'il y a moins d'inconvénients à introduire un grand volume d'air quand on refroidit beaucoup les gaz chauds, n'ont jamais employé moins de 13,25 mètres cubes, et ont peut-être diminué leur rendement pour éviter de produire de la fumée.

C'est M. Zambaux qui a constamment introduit le volume d'air minimum par kilogramme de combustible. Aussi a-t-il produit, ainsi que le générateur à trois bouilleurs, plus de fumée que les deux autres appareils.

Puissance calorifique déduite de l'analyse chimique de la houille. — En admettant, d'après M. Péclet (3e édition du *Traité de la chaleur*), que la puissance calorifique d'une houille résulte du carbone réellement brûlé et de l'excès d'hydrogène qu'elle contient, et en prenant les chiffres 8080 et 34462 pour les puissances calorifiques du carbone et de l'hydrogène, nous trouvons que le nombre d'unités de chaleur produites par chaque kilogramme de houille Ronchamp s'élève à :

Carbone	$0^k731 \times 8080 =$	5906 unités,
Hydrogène.	$0,043 \times 34462 =$	1481 »
		7387 unités.

Retranchant de ce chiffre la chaleur totale contenue à 0° dans 0^k4108 de vapeur d'eau que renferment les produits de la combustion, quantité évaluée plus bas, à raison de 602,5 unités par kilogramme d'eau :

$0.410 \times 602,5 =$	247 »
Reste.	7140 unités.

On a admis, pour simplifier tous les calculs qui vont suivre, qu'un kilogramme de vapeur contenait, à toutes les pressions, 650 calories. La chaleur spécifique de la vapeur d'eau étant égale à 0,475, on en déduit, pour la chaleur totale d'un kilogramme de vapeur à 0° $650 - 100 \times 0,475 = 602,5$[1].

1. Dans cette détermination de la puissance calorifique théorique du combustible, nous supposons que la vapeur formée par l'eau contenue dans la houille s'est refroidie à 0° comme les autres produits de la combustion, qu'elle ne s'est pas condensée et qu'elle a perdu 0,475 calories par degré d'abaissement de température. Cela conduit à admettre qu'à 0 elle contient 602,5 unités, au lieu de 606,5 indiquées par M. Regnault. Il n'est certainement pas exact de dire que la vapeur de la houille s'abaisserait à 0° sans changer d'état et sans restituer, par conséquent, une partie de sa chaleur latente et sensible.

Toutefois, nos hypothèses n'introduiront aucun élément d'inexactitude dans les calculs auxquels nous allons nous livrer, tant que la température de la fumée sera supérieure à 100°, ce qui est toujours le cas en pratique. On verra plus tard que nous

Volume d'air nécessaire a la combustion. — En admettant tous les chiffres de M. Péclet, on trouve qu'il faut $7^{m}637$ d'air pour brûler théoriquement un kilogramme de houille Ronchamp, savoir :

Pour brûler $0^{k}731$ de carbone à raison de $8^{m.c.}881$ par kilogramme = 6,492
Pour brûler 0,043 d'hydrogène à raison de $26^{m.c.}638$ par kilogr. = 1,145

$7{,}637^{m.c.}$

En admettant que la combustion soit complète au moyen de l'introduction de $7^{m.c.}637$ d'air par kilogramme de houille, et que l'on ne trouve dans la fumée ni oxyde de carbone ni hydrogène, mais seulement de l'acide carbonique, de l'azote et de la vapeur d'eau sans oxygène libre, les produits volatils de la combustion seront composés comme suit en poids :

PRODUITS DE LA COMBUSTION DU CARBONE, $0^{k}731$

Acide carbonique produit par la combustion de $0^{k}731$ carbone $= 0{,}731 \times 3^{k}67$. . . . . $2^{k}688$

Azote accompagnant les $2^{k}67$ d'oxygène brûlant un kilogramme de carbone $= 0{,}731 \times \left(2{,}67 \times \frac{77}{33}\right) =$ . . . . $6^{k}527$

PRODUITS DE LA COMBUSTION DE L'HYDROGÈNE.

Vapeur d'eau produite à raison de 9 kil par kilogramme d'hydrogène brûlé, $0{,}043 \times 9$. . . . . $0^{k}387$

Azote accompagnant les 8 kil. d'oxygène brûlant 1 kil. d'hydrogène, $0{,}043 \times 8 \times \frac{77}{23}$ . . . . $1^{k}150$

Azote libre. . . . . $0^{k}040$

Eau totale contenue dans la houille avant la combustion. . . . . . $0^{k}023$

Total du poids des produits volatils résultant de la combustion d'un kilogramme de houille Ronchamp, avec $7^{m.c.}637$ d'air (volume théorique). . . . . $10^{k}785$

En réunissant en une seule somme tous les chiffres relatifs à un même produit volatil et en multipliant le poids de chaque gaz par sa chaleur spécifique, on obtiendra, en faisant la somme des produits, le nombre d'unités de chaleur contenues dans l'air brûlé pour chaque degré de température.

Résumé des produits volatils.			Capacité calorifique.		Produit ou unités de chaleur.
Acide carbonique . .	$2^{k}688$	×	0,216	=	0,581 unités.
Azote	$7^{k}987$	×	0,244	=	1,875 »
Vapeur d'eau	$0^{k}410$	×	0,475	=	0,195 »
	$10^{k}785$				2,651 unités totales.

retranchons du chiffre 7,140, qui représente la puissance calorifique du combustible, le nombre d'unités de chaleur contenues dans les produits volatils de la combustion ; et qu'à cet effet nous multiplions le poids (0k.,410) de la vapeur qu'ils renferment, par leur température et par 0,475 unités. Le produit obtenu s'ajoute au nombre 602,5 et leur somme représente très-exactement le nombre d'unités de chaleur contenues dans la vapeur surchauffée qui se rend dans la cheminée.

Si l'on n'introduit sous la grille que le volume d'air théorique (ou 7m.c.637), on n'obtient qu'une combustion incomplète. La fumée noire apparaît au sommet de la cheminée, contenant, ainsi que le montrent les analyses de M. Combes (*Annales des Mines*, tome XI, pages 149 et suivantes), de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène libre. On y trouve aussi, d'après M. Graham, du carbone en quantité bien plus réduite qu'on ne l'admet généralement. Quelquefois, lorsqu'on emploie pour le chauffage de la houille menue, sa poussière est entraînée mécaniquement dans la cheminée, quand les chauffeurs n'ont pas la précaution de la mouiller. Mais c'est là un accident qui ne doit pas se produire lorsque le feu est bien conduit. Est-il maintenant permis d'admettre, comme nous allons le faire, qu'avec une combustion incomplète produite avec l'introduction du volume d'air théorique, les gaz chauds entraînent avec eux 2,651 unités de chaleur par degré de température?

L'air introduit restant le même, les produits volatils de la combustion pèseront toujours 10k785; leur composition seule aura changé. Le charbon aura produit de l'oxyde de carbone et de l'oxygène dont le poids équivaudra à l'acide carbonique qui résulterait d'une combustion plus complète avec le même volume d'air. La chaleur spécifique de ces deux gaz étant de 0,218 et 0,248, tandis que celle de l'acide carbonique est de 0,216, il n'y a pas de différence sensible dans le nombre d'unités entraînées dans les deux cas par l'acide carbonique ou par le même poids d'oxygène et d'oxyde de carbone.

Par sa combinaison avec 8 kil. d'oxygène, chaque kilogramme d'hydrogène contenu dans la houille produit 9 kil. de vapeur d'eau. Cette vapeur contient, pour chaque degré de température, $9^k \times 0,475$, soit 4,275 calories.

Si la combustion n'a pas lieu et si les deux gaz se rendent non combinés dans la cheminée,

Le kilogramme d'hydrogène contiendra. . . .	$1 \times 3,404 =$	3,40 unités.
Les 8 kil. d'oxygène contiendront.	$8 \times 0,22$. . .	1,76 »
	Total.	5,16 unités,
au lieu de		4,275
Différence, pour chaque kilogramme d'hydrogène brûlé :		0,885

Par kilogramme de houille, la différence n'est plus que de :

$$0,043 \times 0,885 = 0,038$$

Ce chiffre est d'ailleurs un maximum qu'on ne pourrait admettre qu'au cas où l'hydrogène tout entier échapperait à la combustion. On est donc fondé à admettre que, lorsque l'on introduit sous la grille 7m.c.637 d'air pour chaque kilogramme de houille Ronchamp, les produits volatils de la combustion entraînent sensiblement avec eux, dans la cheminée, 2,651 unités de chaleur par degré de température, lors même que la combustion n'est pas complète.

Cela posé, on pourra, dans le cas où le volume d'air introduit dépassera le chiffre théorique ou lui sera même un peu inférieur, se rendre compte de la chaleur totale emmenée dans la cheminée. Il suffit d'estimer le nombre d'unités de chaleur emportées dans la cheminée par degré et par chaque mètre cube d'air introduit en sus du volume théorique, de multiplier ce chiffre par le nombre de mètres cubes d'air en excès, et d'y ajouter 2,651. La somme représentera le nombre d'unités de chaleur contenues dans les produits de la combustion par chaque degré de température.

Or, chaque mètre cube d'air introduit en sus pèse $1^k,299$ et emporte, par conséquent, par degré : $1,299 \times 0,237 = 0,308$ unités de chaleur.

Deux causes s'opposent à l'utilisation complète des 7140 unités de chaleur développées théoriquement par la combustion d'un kilogramme de la houille employée. C'est, en premier lieu, la nécessité d'abandonner les produits de la combustion à une température plus ou moins élevée. La seconde cause de perte résulte de l'impossibilité pratique de brûler sur la grille d'une manière parfaite le combustible qui ne développe pas dès lors les 7140 unités de chaleur données par le calcul.

A cette perte, dont il sera toujours fort difficile d'évaluer théoriquement la valeur, se joint celle qui résulte de la diffusion du calorique par la surface extérieure des générateurs, et qui ne peut non plus être déterminée qu'expérimentalement.

On a le moyen d'apprécier d'une manière suffisamment approximative le nombre de calories entraînées par la fumée, puisque nous connaissons sa température et le volume d'air introduit. En ajoutant ce chiffre à celui des calories contenues dans la vapeur produite dans chaque générateur par kilogramme de houille, et en retranchant leur somme du nombre 7140, nous obtiendrons, comme différence, la perte qui résulte de la mauvaise combustion et du refroidissement extérieur.

Dans le tableau ci-dessous on a réuni ces divers chiffres tels qu'ils découlent des expériences entreprises sur les quatre chaudières.

Désignation des systèmes de générateurs.	Rendements.	Température de la fumée.	Volume d'air par kilog. de houille.	Excès sur le volume théorique, 7.637.	Calories totales produites pour la combustion de 1 kilog.	Nombres proportionnels.	Calories absorbées par la vapeur produite.	Nombres proportionnels pour 100.	Calories contenues dans les produits gazeux de la combustion.	Nombres proportionnels pour 100.	Calories perdues par refroidissement ou mauvaise combinaison.	Nombres proportionnels pour 100.	Perte totale en calories.	Nombres proportionnels pour 100.
	kil.	degr.	m.c.											
Molinos et Pronnier (essais officiels).......	7.73	257	17.25	9.62	7140	100	5024	70.4	1442	20.2	674	9.4	2116	29.6
Zambaux (essais officiels)......	7.68	262	7.23	—0.40	7140	100	4992	69.9	662	9.2	1486	20.9	2148	30.1
Prouvost (essais officiels).....	7.687	184	16.36	8.73	7140	100	5006	70.1	981	13.7	1153	16.2	2134	29.9
Dollfus-Mieg et Cᵉ (moyenne générale).......	6.71	441	8.58	0.95	7140	100	4361	61.1	1296	18.1	1483	28.8	2779	38.9

RÉSUMÉ DES ESSAIS

ENTREPRIS PAR LE COMITÉ DE MÉCANIQUE DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE SUR LES DIVERSES CHAUDIÈRES PRÉSENTÉES AU CONCOURS.

MOYENNES GÉNÉRALES de la durée, des températures, pressions, de la marche, du tissage, nombre de tours, etc.			CHAUDIÈRE tubulaire de MM. MOLINOS et PRONNIER.	CHAUDIÈRE verticale de M. ZAMBAUX, de St-Denis.	CHAUDIÈRE à bouilleur tubulaire de M. A. PROUVOST, de Lille.	CHAUDIÈRE à bouilleur de MM. DOLLFUS-MIEG et Ce.
Heures de marche....		de la machine.........	$12^{h}\,03$	$12^{h}\,15$	$12^{h}\,01$	$12^{h}\,04$
		de la chaudière........	$12^{h}\,59$	$12^{h}\,32$	$12^{h}\,23$	$12^{h}\,07$
Températures moyennes..	de l'air	dans les salles de tissage.	24° 3	24° 06	26° 4	25° 2
		atmosphères à l'ombre..	23° 2	20° 09	21° 1	19° 9
		à l'entrée du foyer.....	19° 4	18° 8	16° 6	22° 4
	de l'eau	à la sortie du condenseur.	55°	53° 7	55° 2	55° 4
		d'injection............	20° 8	19° 6	20° 4	20°
		d'alimentation........	54° 1	46°	49° 6	55° 4
	de la fumée au sortir du registre..		254°	260°	185°	141°
Pressions moyennes..		atmosphérique.........	$734^{mill.}$	$732^{mill.}$	$734^{mill.}$	$734^{mill.}$
		à la chaudière.........	$4^{at.}\,44$	$4^{at.}\,36$	$4^{at.}\,45$	$4^{at.}\,02$
		à la machine..........	$4^{at.}\,14$	$4^{at.}\,10$	»	»
		dans le condenseur	$605^{mill.}$	$598^{mill.}$	$583^{mill.}$	$597^{mill.}$
Position moyenne de la camme de détente.......			$59^{mill.}$	$59^{mill.}$	»	»
MARCHE DU TISSAGE.	Métiers fins unis........	nombre	21.9	»	22	17.9
		chevaux.......	$2^{ch.}\,19$	»	$2^{ch.}\,2$	$1^{ch.}\,79$
	Métiers fins à ratières...	nombre.......	149.6	»	154.6	169.6
		chevaux.......	$16^{ch.}\,64$	»	$17^{ch.}$	$18^{ch.}\,8$
	Métiers forts à ratières..	nombre	86.4	»	85	70
		chevaux.......	$10^{ch.}\,8$	»	$10^{ch.}\,6$	$8^{ch.}\,76$
	Grandes largeurs cretonnes.	nombre	5.4	»	5.3	5.54
		chevaux.......	$0^{ch.}\,77$	»	$0^{ch.}\,75$	$0^{ch.}\,79$
	Nombre total des métiers en marche.......		263.4	»	267	263.4
	Bobinoirs	nombre	5	»	4.48	5.6
		chevaux.......	$2^{ch.}\,05$	»	$1^{ch.}\,83$	$2^{ch.}\,3$
	Ourdissoirs.......	nombre	9.3	»	9.3	8.48
		chevaux.......	$3^{ch.}\,07$	»	$3^{ch.}\,08$	$2^{ch.}\,79$
	Machine à parer anglaise.	nomb. d'heures.	$0^{h}\,32$	»	$1^{h}\,01$	$0^{h}\,48$
		chevaux.......	$0^{ch.}\,43$	»	$0^{ch.}\,26$	$0^{ch.}\,22$
	Machine à parer ordinaire.	nomb. d'heures.	9.5	»	9.3	9.4
		chevaux.......	$4^{ch.}\,73$	»	$4^{ch.}\,6$	$4^{ch.}\,7$
	Pompes et ventilateur..................		1.85	»	1.85	1.83
	Total en chevaux.................... ...		$42^{ch.}\,21$	$42^{ch.}\,22$	$42^{ch.}\,4$	$42^{ch.}$
	Nombres proportionnels.................		96	»	97	96
Nombre de tours du moteur		Effectif	20490^{t}	20547^{t}	20270^{t}	20392^{t}
		Réduit à 12 heures......	20396^{t}	20255^{t}	20221^{t}	20277^{t}
		Nombres proportionnels..	99	»	98.4	98

Observations.

Pour les chaudières Molinos et Pronnier, des essais préliminaires ont été faits pendant deux semaines, et des essais officiels pendant trois semaines. — Pour la chaudière Zambaux, il a été fait des essais préliminaires pendant une semaine, des essais officiels pendant deux semaines, et des essais non officiels pendant une semaine. — Sur la chaudière Prouvost, il a été fait des essais préliminaires pendant deux semaines et des essais officiels pendant trois semaines. — Les essais faits avec la chaudière à bouilleurs de MM. Dollfus-Mieg et Ce ont été de quatre semaines et demie. — Les résultats mentionnés ci-contre sont les moyennes générales de tous les essais réunis. — Le nombre proportionnel 100 correspond dans les quatre colonnes au chiffre le plus élevé de l'espèce. — Les deux premières chaudières avaient chacune leur cheminée en tôle; les deux autres envoyaient leur fumée dans la cheminée en brique de MM. Dollfus-Mieg et Ce, laquelle a 25 mètres de hauteur et $0^{m}\,164$ de section au sommet.

RÉSUMÉ DES ESSAIS

ENTREPRIS PAR LE COMITÉ DE MÉCANIQUE DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE SUR LES DIVERSES CHAUDIÈRES PRÉSENTÉES AU CONCOURS.

MOYENNES GÉNÉRALES de la houille brûlée, des résidus, de l'eau dépensée, de l'air introduit, de l'état de la fumée, etc.		CHAUDIÈRE tubulaire de MM. MOLINOS et PRONNIER.	CHAUDIÈRE verticale de M. ZAMBAUX.	CHAUDIÈRE à bouilleur tubulaire de M. PROUVOST.	CHAUDIÈRE à bouilleur de MM. DOLLFUS-MIEG et Ce.
HOUILLE BRULÉE en moyenne	par jour ouvrier (nomb. d'heures de marche).	1479^{k}	1112^{k}	1132^{k}	1281^{k}
	par jour de 12 heures	1173^{k}	1066^{k}	1129^{k}	1273^{k}
en 12 heures	réduite à la force constante de 12 chevaux	1167^{k}	1062^{k}	1117^{k}	1273^{k}
	réduite, *idem chev.*, au nombre de tours 20281	1161^{k}	1059^{k}	1120^{k}	1273^{k}
	nombres proportionnels	89	»	85^{k} 8	98
par heure et	par cheval	2^{k} 29	2^{k} 10	2^{k} 21	2^{k} 52
	par décim. carré de surface de grille.	0^{k} 77	0^{k} 72	0^{k} 50	0^{k} 80
	par mètre carré de surf. de chauffe.	1^{k} 83	0^{k} 99	0^{k} 876	3^{k} 86
Nombres de charges		82	»	130	104
Quantité de houille moyenne par charge		16^{k} 9	6^{k} 07	7^{k} 5	15^{k}
Résidus sortis du foyer et du cendrier	scories et coke enlevés sur la grille.	147^{k}	»	103^{k}	»
	coke contenu dans ces scories	3^{k}	»	2^{k} 2	»
	cendres et coke menus tombés sous la grille	53^{k}	»	110^{k}	»
	coke contenu dans ces cendres	33^{k}	»	55^{k}	»
	escarbilles totales	36^{k}	»	53^{k}	»
Résidus p. 100 de houille, scories et escarbilles, tout compris		18^{k} 8	19^{k} 3	19^{k} 6	19^{k} 1
Escarbilles brûlées		6^{k} 8	»	11^{k} 3	»
Eau totale introduite dans la chaudière, réduite à 4 degrés quant au volume	par jour ouvrier (nombre d'heures de marche)	9482$^{lit.}$	9006$^{lit.}$	9029$^{lit.}$	9329$^{lit.}$
	par jour de 12 heures	9403$^{lit.}$	»	9005$^{lit.}$	9267$^{lit.}$
	par kil. de houille (réduction faite de 4° quant à la température)	7$^{lit.}$ 34	7$^{lit.}$ 56	7$^{lit.}$ 403	6$^{lit.}$ 74
	en 12 heures (réduction à une force constante et à un même nombre de tours)	9351$^{lit.}$	»	8871$^{lit.}$	9271$^{lit.}$
	nombre proportionnels	92.00	»	87	91
	par cheval et par heure	18$^{lit.}$ 5	17$^{lit.}$ 1	17$^{lit.}$ 5	18$^{lit.}$ 3
	par heure et mètre carré de surface de chauffe	14^{k} 9	8^{k} 1	7$^{lit.}$ 15	28$^{lit.}$ 9
Air introduit sous le foyer	nombre de minutes de marche de l'anémomètre	563′00	»	638′75	723′
	total par jour (nombre d'heures de marche)	22538$^{m.c.}$00	»	20463$^{m.c.}$	12321$^{m.c.}$
	par kilog. de houille à 0^{m}76 de pression et à 0 de température	17$^{m.c.}$25	7$^{m.c.}$60	16$^{m.c.}$36	8$^{m.c.}$58
État de la fumée sur 100 minutes.	fumée forte noire	10.2	28.6	19.9	20
	fumée faible claire	20.8	34.3	31.8	27.8
	fumée nulle incolore	69.00	37	48.3	52.2

NOTA. — Le graissage a été effectué de la manière suivante : Machine à vapeur : pyroléine de colza et suif; transmissions, pyroléine et huile minérale; métiers à tisser, pyroléine et huile minérale.

Observations. — Pour la chaudière Molinos et Pronnier, la force motrice absorbée par le ventilateur, et mesurée au moyen du dynamomètre de M. E. Dollfus, a été trouvée de 80 kilogrammètres lorsque l'appareil agissait en plein, et de 21 kilogrammètres lorsque les valves étaient closes. Les barreaux de grille avaient 16 millim. d'épaisseur et 8 millim. d'écartement. Leur longueur, de 1^{m} 45, a été réduite à 1^{m} 12. — Dans la chaudière Zambaux, la grille est circulaire, et l'épaisseur des barreaux est de 23 millim. et leur écartement de 12 à 13. Dans cette chaudière, une hauteur de 1 millim. d'eau représente un volume de 1^{lit} 273. — Dans la chaudière Prouvost, les barreaux de grille ont 20 millim. d'épaisseur et 11 à 12 millim. d'écartement; une variation de 1 millim dans le niveau d'eau correspond à un volume de 6 litres. — Dans la chaudière à bouilleur de MM. Dollfus-Mieg et Ce, les barreaux de grille ont 1^{m} 19 de longueur, 17 millim. d'épaisseur et 6 millim. d'écartement; une variation de 1 millim. dans le niveau d'eau correspond à un volume de 5 litres 1/2.

RÉSUMÉ.

MM. les rapporteurs ont terminé leur important mémoire en proposant de déclarer : Que les trois appareils qui ont été présentés ont la puissance d'évaporation demandée; qu'ils livrent de la vapeur qui ne contient pas plus d'eau que celle indiquée, et de répartir ainsi les récompenses à décerner :

1° A M. Zambaux, de Saint-Denis, une médaille d'argent et une somme de 2,750 fr.;

2° A MM. Molinos et Pronnier, de Paris, une médaille d'argent et une égale somme de 2,750 fr.;

3° A M. Prouvost, de Lille, une médaille de bronze et une somme de 2,000 fr.

L'appareil de MM. Molinos et Pronnier est bien disposé en vue du but que ces ingénieurs se sont proposé; les détails de construction en sont parfaitement étudiés; son rendement ne le cède en rien à celui du générateur Zambaux.

Au rapport dont nous venons de donner le résumé MM. Dubied et Burnat ont ajouté une deuxième partie dans laquelle d'autres résultats sont consignés. Malgré tout l'intérêt qu'ils présentent, nous n'en dirons qu'un mot, ne pouvant consacrer plus d'espace à cette étude.

A Werserling, chez MM. Gros, Odier, Roman et Ce, M. Marozeau, ingénieur de l'établissement, obtient, comme marche courante, sur des chaudières à trois bouilleurs avec serpentins réchauffeurs placés au-dessous, la moyenne élevée de 7^{k}92 d'eau évaporée par kilog. de houille.

A Mulhouse, chez MM. Schlumberger fils et Ce, MM. Dubied et Burnat ont obtenu, sur une chaudière construite par M. H. Ziégler, avec trois bouilleurs placés en dessous et deux tubes réchauffeurs disposés latéralement dans des carneaux d'échappement, un rendement de 7^{k}69 d'eau évaporée par kilogramme de houille de Ronchamp.

Chez H. Wallach, les expérimentateurs ont obtenu sur une chaudière construite par M. H. Flühr, d'une disposition analogue à la précédente, excepté que les trois bouilleurs n'occupent que les deux cinquièmes de la longueur de la chaudière, un rendement de 7,28 kilogrammes.

Enfin les rapporteurs concluent, en présence de ces résultats variables, et dont malgré tous ces essais les causes de variabilité ne peuvent être bien précisées, qu'il est nécessaire de faire de nouvelles expériences analogues à celles faites par la Société sur cette importante question, laquelle acquiert tous les jours un plus haut intérêt, par suite de l'abolition des systèmes prohibitifs qui forcent les industriels à lutter, d'une part, avec l'Angleterre, où la houille est à bas prix, et, d'autre part, avec la Suisse, où les forces hydrauliques naturelles sont si abondantes.

CONSTRUCTION DES MACHINES

ACCOUPLEMENTS D'ARBRES

DIVERS SYSTÈMES

DE MANCHONS FIXES

ET

PROPORTIONS DE CES ORGANES

PAR

M. ARMENGAUD aîné, ingénieur à Paris

(PLANCHE 4)

Les *manchons*, en mécanique, sont des organes destinés à réunir les arbres qui doivent transmettre la force motrice à des distances plus ou moins grandes.

On en distingue de plusieurs genres dans la construction des machines, suivant les conditions particulières qu'ils sont appelés à remplir.

Les plus simples que l'on rencontre le plus souvent dans les transmissions de mouvement sont les *manchons fixes*, qui tantôt se font d'une seule pièce, particulièrement pour l'assemblage d'arbres de petites dimensions, et tantôt en deux pièces que l'on accouple de différentes manières. Tels sont les modèles que nous avons représentés sur la pl. 4, et qui peuvent être considérés comme résumant les meilleurs et principaux types en usage.

Le système que nous classons dans une deuxième catégorie comprend les manchons d'entraînement articulés, permettant aux arbres qu'ils réunissent de s'obliquer dans une certaine limite, afin d'obéir au déplacement plus ou moins sensible des paliers qui les supportent, ou de transmettre l'effort par une ligne brisée.

Nous comprenons dans la troisième catégorie les manchons d'embrayage, qui, exécutés sur divers principes, sont aussi très-souvent employés dans les plus petites comme dans les plus fortes machines pour interrompre à des moments voulus la communication de mouvement.

Nous ne nous occuperons, dans cet article, que des *manchons fixes*, nous proposant de faire connaître prochainement les particularités qui distinguent les deux autres genres de manchons dont nous venons de parler.

ASSEMBLAGES FIXES.

(Planche 4.)

Avant de décrire les divers genres de manchons fixes appliqués dans les transmissions de mouvement, il nous paraît utile de montrer au moins quelques-uns des moyens que l'on a employés et que l'on emploie encore quelquefois pour l'accouplement direct des arbres, sans faire usage de manchons.

Assemblage a clavette (fig. 1re). — Lorsque des arbres ne sont pas susceptibles d'être démontés souvent et qu'ils n'ont pas d'ailleurs de grands efforts de torsion à vaincre, comme, par exemple, l'arbre de couche qui sert à soulever la vanne d'une roue hydraulique de grande largeur, on peut réunir les deux parties, en ménageant un renflement à l'extrémité de l'un, pour s'emmancher, après avoir été alaisé, sur le bout tourné de l'autre; une clavette ou clef plate *c* traverse les deux parties; cette clavette forme coin et se chasse au marteau.

Dans les moulins à blé, et dans d'autres usines, on applique parfois ce mode de jonction pour les arbres de bluteries ou de vis sans fin qui dépassent une longueur de 5 à 6 mètres.

Assemblage d'arbres creux (fig. 2 et 3). — Des arbres en fonte de grandes dimensions et fondus creux, comme il arrive souvent pour des roues hydrauliques très-larges, sont assemblés d'une manière solide et simple en faisant venir de fonte à une extrémité de chacune des deux parties, du côté de la jonction, une large embase que l'on dresse au tour sur les bords, et que l'on réunit ensuite par des boulons à écrous.

Pour plus de sécurité, on ménage une feuillure dans l'une des embases et un petit renflement dans la seconde, de sorte que lorsqu'on met l'arbre en place les deux parties se portent déjà l'une par l'autre, et les boulons n'ont pas à supporter la charge.

Ce mode d'assemblage n'est pas seulement employé pour de forts arbres en fonte, on en fait souvent l'application dans bien des cas, comme pour fixer, par exemple, un cylindre ou un vase quelconque avec son fond ou son couvercle.

Jonction d'arbres en fonte et en fer (fig. 4). — Nous avons eu l'occasion d'appliquer plusieurs fois, dans la construction des moulins, le mode de jonction qui est indiqué sur la fig. 4 pour assembler la colonne d'arbre vertical en fer qui traverse le premier étage du moulin avec l'arbre en fonte principal qui commande les jeux de meules. Ce dernier, fondu creux, est alésé à sa partie supérieure pour recevoir le bout

tourné de l'arbre en fer, lequel est rendu solidaire par deux nervures *c* préalablement ajustées et fixées sur celui-ci. Une frette en fer *f* est rapportée à chaud à l'extérieur, et pour permettre de détacher au besoin l'arbre en fer, nous avons pratiqué au-dessus de l'ajustement une entaille qui sert à y introduire une sorte de coin *g* que l'on y chasse de force; ce coin, en s'appuyant sur le sommet de l'arbre inférieur, tend nécessairement à soulever l'arbre supérieur et facilite ainsi sa sortie. Ce mode ne peut être employé que dans le cas où la force à transmettre par l'arbre supérieur en fer est comparativement très-faible par rapport à celle qui est imprimée en-dessous à l'arbre inférieur. Ainsi, dans l'exemple choisi (fig. 4), l'arbre en fonte reçoit une puissance de 20 à 24 chevaux pour commander, par une grande roue horizontale, cinq à six paires de meules, et l'arbre en fer qui s'assemble avec lui étant seulement destiné à faire marcher les appareils de nettoyage et de blutage placés dans les étages supérieurs du moulin, ne doit transmettre qu'une force de 4 à 5 chevaux seulement, avec la vitesse moyenne de 32 à 33 tours par minute.

Assemblage a joints plats (fig. 5). — En Allemagne et dans quelques autres contrées, on a fait usage, pour réunir deux arbres en fer, d'un procédé qui, quoique paraissant assez simple, en exécution est trop dispendieux. Ce procédé consiste à couper chaque bout par la moitié, suivant un plan passant par l'axe, à ajuster les deux surfaces planes et à les fixer par des boulons à écrous. On ne rencontre maintenant un tel système que très-rarement, parce qu'il ne présente pas d'ailleurs toute la sécurité désirable.

ACCOUPLEMENTS AVEC MANCHONS FIXES D'UNE SEULE PIÈCE.

Plusieurs mécaniciens, adoptant le mode de joints plats, ont remplacé les boulons à écrous par un manchon en fonte M d'une seule pièce (fig. 5), qui n'est autre qu'une douille alésée, prolongée jusqu'au delà des deux parties plates, sur chaque arbre, et retenue par une clef ou nervure en fer *c*, encastrée à la fois, et par moitié, dans les deux arbres et dans le manchon.

Quelquefois, pour plus de sécurité, on ajoute, du côté opposé à cette nervure, une clavette de serrage.

Assemblage a queue (fig. 6). — Des constructeurs d'Alsace ont modifié le système précédent en formant une sorte de joint à queue d'hironde dans le bout de chacune des deux parties à réunir, comme on le voit sur la fig. 6; mais ce joint est encore difficile à faire, exige des soins de la part de l'ouvrier qui en est chargé, et ne laisse pas que d'être coûteux. Aussi, nous ne le voyons que très-rarement aujourd'hui dans les transmissions de mouvement.

On donne, avec raison, la préférence au mode indiqué sur les fig. 7

et 8, qui est plus simple, plus facile à appliquer, et qui offre l'avantage de démonter beaucoup plus aisément une partie quelconque de toute la ligne d'arbres.

JOINTS BOUT A BOUT (fig. 7 et 8). — Nous croyons devoir appeler ce système ainsi parce qu'il consiste, en effet, à couper chaque arbre de longueur par un plan perpendiculaire à l'axe, et à ne faire toucher que les deux parties qui doivent s'assembler; on laisse même plutôt un peu de jeu entre elles, afin de permettre l'allongement résultant des effets de dilatation.

Ce système est appliqué dans les diverses et nombreuses transmissions de mouvement qui sont établies aux ateliers du chemin de fer de Paris à Lyon.

Le manchon en fonte M, qui réunit les deux parties d'arbre, est d'une seule pièce, comme dans les modèles précédents, mais, au lieu d'être cylindrique, il est légèrement renflé en forme de tonneau, de manière à présenter un diamètre plus fort au milieu qu'aux extrémités.

Pour fixer le tout, on n'a pas employé de nervures, mais simplement une longue clavette de serrage *c* qui, au lieu d'être incrustée dans chaque arbre, repose à plat. Dans ce cas, la clavette est sensiblement plus large que la nervure et est taillée un peu en coin, plus mince dans le bout par lequel on l'introduit qu'à l'autre qui forme la tête.

Nous croyons nécessaire d'ajouter, par mesure de précaution, une vis de pression *v* sur l'une des deux parties pour empêcher le glissement du manchon, qui pourrait arriver dans le cas de chocs ou de vibrations répétées.

OBSERVATION. — En général, ces sortes de manchons d'une seule pièce ne sont appliqués que sur des dimensions limitées, parce qu'au delà de 10 à 12 centimètres de diamètre d'arbre ils deviendraient, à cause de la longueur même qu'il faudrait leur donner, plus difficiles à aléser et à ajuster. Ils présentent aussi plus de difficulté à démonter lorsqu'il s'agit de réparer ou de déplacer quelques arbres de la transmission.

ACCOUPLEMENT DE LAMINOIRS (fig. 9 et 10). — Pour terminer la série des manchons d'une pièce, nous devons parler de ceux que l'on applique aux laminoirs, aux moulins à sucre et en général aux appareils à cylindres qui sont susceptibles d'éprouver des résistances très-variables.

Dans ces sortes de machines, les arbres sont réunis de façon à ce que les jonctions ou organes d'assemblage soient plus faibles que les tourillons mêmes des cylindres, afin que si, par un défaut d'attention ou de négligence, il se produisait des efforts trop considérables à une extrémité des cylindres, ce fût plutôt les manchons qui dussent céder et se casser que les cylindres ou leurs tourillons.

On adopte généralement alors la disposition indiquée par les fig. 9 et 10, et qui consiste à prolonger les tourillons T des cylindres ou des arbres mêmes qui les commandent d'une partie carrée plus petite, ou

mieux d'une sorte de trèfle *t*, dont la longueur est moindre que le diamètre du tourillon, et d'un bout d'axe A de même forme, et à les réunir par les manchons M, M′, qui y sont ajustés bruts de fonte, de manière à laisser un jeu de plusieurs millimètres; puis, afin d'empêcher ces manchons de glisser sur une trop grande étendue, on rapporte entre eux, sur les parties creuses de l'axe de jonction, des calles en bois *c* que l'on y retient simplement à l'aide de courroies bouclées.

Cette disposition a l'avantage de permettre aux cylindres de se lever ou de se baisser d'une certaine quantité sans forcer sur les tourillons, parce qu'alors ce sont les manchons et l'axe intermédiaire qui s'obliquent ou s'inclinent; et si, comme nous venons de le dire, l'effort est trop grand, ils cèdent et n'occasionnent pas la rupture des pièces importantes. Ils peuvent le faire d'autant mieux, qu'ils sont de dimensions notablement plus faibles que les tourillons. On verra plus loin quelles sont à ce sujet les proportions adoptées.

MANCHONS D'ACCOUPLEMENT EN DEUX PIÈCES.

Les manchons en deux pièces sont aujourd'hui ceux que l'on emploie le plus généralement dans les transmissions de mouvement, aussi bien pour les arbres de grandes dimensions susceptibles de recevoir ou de communiquer de grands efforts que pour ceux de petites dimensions qui ne doivent transmettre qu'une très-faible puissance.

Ces manchons se distinguent, dans la pratique, par leur mode d'assemblage comme par leur disposition. Il nous paraît utile de montrer les systèmes que l'on applique le plus généralement.

Tels sont :

1° Les manchons à griffes;

2° Les manchons à plateaux;

3° Les manchons à coquilles.

Manchons a griffes (fig. 11, 12 et 13). — Des divers genres de manchons en usage nous pouvons dire que ce sont ceux désignés sous le nom de manchons à griffes qui datent de plus longtemps, et dont les applications sont du reste encore très-répandues, particulièrement dans les moulins à blé, soit pour l'assemblage des colonnes d'arbres qui montent du premier au dernier étage, soit pour la réunion des arbres de couche qui commandent les appareils de nettoyage et de blutage. On les rencontre aussi dans un grand nombre d'autres usines telles que des filatures, des tissages mécaniques, des huileries, etc.

Le modèle représenté en vue latérale fig. 11, de face intérieure fig. 12, et en section verticale par l'axe fig. 13, se compose de deux parties en fonte M, M′, rondes, mais brutes extérieurement, alésées à l'intérieur et ajustées entre elles de telle sorte que les saillies ou les griffes de l'une pénètrent et portent exactement dans les vides ou entailles de l'autre, et

réciproquement. Ainsi, elles forment une espèce d'engrenage dont les dents correspondent à des segments de cercle occupant chacun un quart de circonférence.

Elles sont ajustées sur les deux bouts d'arbres qu'elles doivent accoupler, de telle façon que l'un d'eux désaffleure la partie *femelle* M' pour pénétrer dans la partie *mâle* M', d'une quantité égale à la profondeur des dents ou des griffes; cette disposition a l'avantage de ne pas laisser tomber le second arbre quand on détache la moitié M' du manchon de la première; il reste encore soutenu par celle-ci qui ne bouge pas, étant appuyée contre l'embase du premier arbre ou contre la joue même du coussinet qui le supporte. Pour déterminer l'entraînement dans la marche rotative, ces deux parties sont fixées sur leurs axes respectifs par deux clefs ou nervures *c*, et afin qu'elles ne puissent se séparer, on les retient entre elles par des vis de pression *v* à tête ronde et perdues dans l'épaisseur du métal. Lorsque les arbres ne portent pas d'embases, ce qui a lieu le plus souvent au moins sur l'un d'eux, il est bon d'ajouter aussi des vis d'arrêt *v'* qui, taraudées aux extrémités du manchon, viennent s'appuyer par le bout sur la surface de chaque arbre. Ces vis sont le plus souvent à tête carrée et saillante, pour qu'on puisse les serrer avec la première clef venue; mais il est toujours préférable de les faire à tête ronde encastrée dans la fonte, afin de ne laisser aucune saillie apparente à l'extérieur.

On sait, en effet, que c'est souvent à cause de telles parties saillantes que l'on ne voit pas ou auxquelles on ne fait pas attention, que les ouvriers chargés du graissage des arbres de transmission accrochent leurs blouses et risquent parfois d'être plus ou moins grièvement blessés.

Manchons a plateaux (fig. 14 et 15). — Depuis plusieurs années, on emploie avec succès, pour les accouplements d'arbres de couche, des *manchons* en deux pièces, dits à *plateaux*, qui sont d'une exécution facile et qui présentent réellement des avantages dans la construction.

Nous avons remarqué la bonne application qui en a été faite par MM. Brissonneau frères dans toute la transmission de mouvement qu'ils avaient été chargés d'établir à l'Exposition de Nantes (1861).

Ce sont deux plateaux ou disques M, M', tout à fait semblables, et par conséquent fondus sur le même modèle, avec des moyeux prolongés que l'on alèse exactement cylindriques à l'intérieur, pour y ajuster les deux bouts d'arbre à assembler, et qui, comme dans le type précédent, sont aussi arrangés de façon à ce que celui A', qui fait le prolongement de la première partie A du côté du coussinet, pénètre de quelques centimètres dans le plateau M, pour être soutenu lors même que le second plateau M' en serait séparé. L'entraînement a lieu par deux clavettes *c* encastrées dans chaque bout d'arbre et dans chaque plateau. Il pourrait se faire également par une clef de serrage chassée de force sur une partie méplate pratiquée sur les bouts d'arbres.

Les deux plateaux sont dressés sur leur surface droite de contact; seulement, pour ne pas avoir à tourner une trop grande superficie, on les a préalablement évidés à la fonte, de sorte qu'ils ne coïncident réellement que sur les parties essentielles. Leur jonction se fait par quatre, cinq ou six boulons à écrous *b*, suivant leurs dimensions; des rebords arrondis sont ménagés à leur circonférence extérieure pour garantir la saillie des têtes de boulons et des écrous.

Cette circonférence extérieure, ainsi élargie par les rebors, peut elle-même former poulie au besoin, de sorte que, dans certain cas, le manchon accouplé sert en même temps à transmettre une partie de la puissance par une courroie, ce qui est un avantage que l'on ne rencontre pas dans les autres systèmes de manchons.

Si l'on remarque que tout le travail à faire dans l'exécution d'un tel manchon se réduit à des ouvrages de tour, on comprendra qu'il y aurait avantage à l'adopter d'une manière générale.

La fig. 16 en montre une autre application qui a été faite à la manufacture des tabacs de Strasbourg par M. Rolland, ingénieur de grand mérite, et aujourd'hui directeur des manufactures impériales de France.

Cet exemple se distingue du précédent en ce que les deux arbres à réunir, au lieu d'être de même diamètre, sont au contraire de diamètres très-différents, parce que le premier A, qui est beaucoup plus fort que le second A', a transmis une grande partie de sa force à des appareils que celui-ci ne doit pas actionner.

Dans ce cas, on comprend que le manchon d'accouplement doit être modifié; les plateaux ne peuvent pas avoir les mêmes dimensions aux moyeux; il est indispensable de les mettre en rapport avec la grosseur respective de leurs arbres.

Manchons a queue (fig. 17, 18 et 19). — Un praticien de Rouen, M. Blondel, qui s'est beaucoup occupé des organes relatifs aux communications de mouvements et particulièrement aux accouplements d'arbres de couche, avait appliqué, sur la transmission des galeries de l'exposition rouennaise (en 1859), un système de manchons à queue d'hironde, pour lequel il s'est fait breveter et qui lui a valu l'approbation de divers fabricants et manufacturiers très-compétents.

Ce système, sans avoir le mérite de la simplicité et de la facilité d'exécution que présentent les précédents, n'en est pas moins remarquable par sa disposition et son mode d'assemblage.

Composé aussi de deux disques tournés M, M', que l'on fixe seulement par deux boulons ou plutôt deux vis *v* à tête noyée, il se distingue par l'application de deux coins à queue d'hironde C, encastrés par moitié dans chacun des deux disques et réunis par une grande vis *v'* qui, passant exactement au centre, se trouve justement entre les deux bouts d'arbres à accoupler.

Cette disposition permet au constructeur de placer à l'avance sur

chaque arbre les clavettes en fer c, c', qui sont coniques du dedans au dehors, et, par conséquent, celle du premier arbre A de droite à gauche, et, au contraire, celle du second arbre A' de gauche à droite. De cette façon on comprend que, lorsque le tout est monté, il est impossible que le manchon glisse d'un côté ou de l'autre; l'accouplement est certain et présente toute sécurité. On peut cependant aussi, quand il est nécessaire de le démonter, le faire assez facilement en desserrant les vis; nous aimerions mieux toutefois, à cet égard, que le constructeur eût adopté des boulons à écrous noyés, qui n'offrent pas les mêmes inconvénients que des vis quand la rouille se met dans les filets. En tout cas, on voit que ce système de manchons présente l'avantage de ne laisser aucune saillie extérieure, ce qui, comme nous l'avons dit, est très-important surtout pour les arbres tournant à grande vitesse ou transmettant de grands efforts.

MANCHONS A COQUILLES (fig. 20, 21 et 22). — Un mode d'accouplement que l'on voit aussi souvent appliqué par des constructeurs dans diverses usines consiste en une sorte de *manchon à coquilles* qui se compose de deux demi-cylindres à brides M, M', que l'on réunit d'abord par quatre ou six boulons *b*, et que l'on alèse ensuite, tout assemblés, pour y ajuster les deux bouts d'arbres tournés au même diamètre.

Pour éviter le desserrage des boulons d'assemblage, qui, dans ce système, jouent un rôle important, puisqu'ils doivent résister à tout l'effort à transmettre, on a le soin d'ajouter à chacun soit un contre-écrou serrant le premier, soit une goupille ou de petites clavettes.

Chez MM. Cail et Cie, ces demi-cylindres sont fondus avec des nervures extérieurement, pour augmenter l'épaisseur du côté de la clef de serrage *c*, qui sert à l'entraînement, et en même temps du côté opposé, où se placent les vis de pression *v* servant à retenir le manchon assemblé sur les deux bouts d'arbre, de manière qu'il ne puisse glisser ni à droite ni à gauche.

Il y a des constructeurs, comme M. Pihet, qui préfèrent donner aux coquilles un peu plus d'épaisseur pour qu'elles restent tout à fait cylindriques extérieurement, sans aucun renflement, et qui ont de plus le soin d'encastrer les têtes de boulons ainsi que les écrous, afin de n'avoir pas de saillie apparente.

Les axes se soutiennent préalablement sans le secours du manchon, lorsqu'on a le soin de ménager à l'un d'eux un téton cylindrique *t*, que l'on fait pénétrer dans le trou correspondant percé à l'extrémité de l'autre, comme le montre la coupe verticale fig. 22.

Ce genre de manchon à coquilles est encore employé pour l'accouplement des arbres carrés, qui viennent bruts de fonte ou de fer forgé. Nous en montrons (fig. 23 et 24) une application qui a été faite récemment par MM. Thirion et de Mastaing dans les nouvelles forges de Rochecourt, appartenant à MM. Colas frères.

On voit que les deux coquilles épousent exactement la forme des bouts qui sont arrondis à chaque angle. Pour leur donner moins d'épaisseur et, par conséquent, les rendre moins lourdes tout en leur laissant la solidité désirable, on les fait en fer forgé, ce qui ne présente aucune difficulté dans l'exécution, car ce ne sont que des fers méplats que l'on renfle aux extrémités, et que l'on coude ensuite sur une matrice en fonte.

On applique également des manchons de cette espèce dans les gros tours à chariots, pour tourner les arbres en fer ou en fonte, ronds, carrés ou à pans. Dans ce cas, les deux coquilles n'ont pas besoin d'épouser la forme même du bout de l'arbre; rondes ou carrées intérieurement, elles peuvent toujours l'embrasser et l'entraîner, quand les boulons sont suffisamment serrés, dans la rotation qui leur est imprimée par le *toc* ou fort goujon adapté au plateau du tour.

PROPORTIONS DES ARBRES ET DES MANCHONS D'ACCOUPLEMENT.

Pour déterminer, en pratique, les dimensions à donner aux manchons d'accouplement, de manière que, d'un côté, ils présentent toute la résistance suivant les efforts à transmettre, et que de l'autre ils ne soient pas chargés de matière inutile, il est tout naturel de les mettre en rapport avec la grosseur même des arbres qu'ils doivent réunir.

Il faut donc, pour cela, connaître d'abord le diamètre de ces arbres, en tenant compte du métal dont ils sont composés.

Lorsque la forge était bien moins avancée qu'elle ne l'est aujourd'hui, on faisait beaucoup d'arbres en fonte, non-seulement ceux qui servaient de *premiers moteurs,* comme les arbres de roues hydrauliques et de machines à vapeur, mais encore tous ceux qui devaient transmettre la puissance à des distances plus ou moins éloignées.

En Angleterre, le savant patricien Buchanan, qui s'était beaucoup occupé de l'étude des transmissions de mouvement, avait l'habitude de ranger les arbres principalement soumis à des efforts de torsion en trois catégories qu'il distinguait par :

« Arbres premiers, deuxièmes et troisièmes moteurs. »

Il adoptait pour les premiers, appliqués dans les machines à vapeur, une règle qui, traduite en mesures françaises, correspond à la formule pratique :

$$d = 19 \sqrt[3]{\frac{C}{N}} \text{ (1)}$$

(1) On se rappelle que d représente le diamètre du tourillon en centimètres,
C, la force effective à transmettre en chevaux de 75 kilogrammètres,
Et N le nombre de révolutions de l'arbre par minute.

pour le diamètre des tourillons de ces arbres lorsqu'ils étaient en fonte,

$$\text{et} \qquad d = 16\sqrt[3]{\frac{C}{N}}$$

quand ils sont en fer.

Il réduisait le coefficient 19 en 15 pour les tourillons des arbres seconds moteurs en fonte, et leur coefficient 16 à 13 pour ceux en fer; et enfin, les coefficients n'étaient plus que 11 et 10 pour les diamètres des tourillons en fonte et en fer des arbres de la troisième catégorie.

Dans la pratique actuelle, on ne s'attache réellement qu'à deux catégories d'arbres susceptibles de recevoir et de transmettre des efforts de torsion.

Nous avons déjà parlé des premiers en décrivant les manivelles appliquées dans les moteurs à vapeur (voir tome VIIe); nous avons donné des tables et des tracés géométriques qui permettent de déterminer rapidement les diamètres des tourillons, soit pour les arbres en fonte, soit pour les arbres en fer.

Nous allons en faire autant pour les arbres de la seconde catégorie, c'est-à-dire les arbres dits deuxièmes moteurs, qui reçoivent la puissance des premiers et doivent la transmettre par des engrenages ou des manchons d'accouplement.

DIMENSIONS DES TOURILLONS D'ARBRES SECONDS MOTEURS.

On admet généralement qu'un arbre quelconque qui reçoit ou communique son mouvement de rotation plus ou moins rapide, soit par une manivelle, soit par une roue dentée ou par tout autre organe, éprouve dans le travail un effort de torsion plus considérable que la charge même qu'il porte. Il en résulte qu'il doit être calculé de façon à résister à cet effort avec sécurité, plutôt qu'à la pression latérale qui est comparativement beaucoup plus faible. Son diamètre doit être tel que la plus grande torsion qu'il puisse éprouver ne dépasse pas, quand il est en fer, un angle de 1/2 degré par mètre de largeur[1]. Il est évident que pour les arbres en fonte cet angle doit être encore moindre.

1. M. Mahistre donne, dans son *Traité de Mécanique appliquée*, la formule suivante relative à l'angle de torsion des arbres en fer :

$$\frac{2\,Pp}{\pi\,R^3} = \frac{EAR}{l}$$

Dans laquelle

A exprime la torsion angulaire,

P, l'effort capable de produire cette torsion,

p, le bras de levier de cet effort,

l, la distance séparant les deux sections de l'arbre entre lesquelles a lieu la torsion,

E, le coefficient d'élasticité du fer en barre, lequel vaut 6,666,000,000,

R, le rayon de l'arbre considéré.

Ce qu'il importe d'abord de déterminer dans un arbre de transmission, c'est le diamètre de ses tourillons, qui sont susceptibles de s'user par le frottement et qui doivent travailler pendant de longues années.

DIAMÈTRE DES TOURILLONS. — En suivant la méthode qui a été indiquée pour les arbres premiers moteurs, nous dirons que les diamètres des arbres seconds moteurs sont en raison directe de la force à transmettre et en raison inverse de leur vitesse de rotation; ou, en d'autres termes, qu'ils augmentent comme la racine cubique de la puissance effective C, exprimée en chevaux de 75 kilogrammètres, et divisée par le nombre N de révolutions par minute.

Il ne s'agit donc que de connaitre l'unité ou la base adoptée en pratique pour un effort et une vitesse connus, pour savoir déterminer comparativement les diamètres correspondant à des vitesses et à des puissances différentes.

Or, on se rappelle que pour les tourillons d'arbres premiers moteurs, le diamètre de 19 centimètres quand ils sont en fonte, et celui de 16 cen-

En faisant, avec M. A. Fiévet, qui s'est occupé de rechercher les angles de torsion d'un certain nombre d'arbres, la distance $l = 1^m$ la valeur A devient :

$$A = \frac{2\,P\,p}{E\,\pi\,R^4}$$

Mais l'effort $$P = \frac{60\,K}{2\,\pi\,p\,n}$$

K exprimant des kilogrammètres et n le nombre de tours de l'arbre par minute, on a donc, en remplaçant P par sa valeur :

$$A = \frac{60\,k}{E\,\pi^2\,n\,R^4}$$

A étant l'arc mesuré sur une circonférence de 1 mètre de rayon, pour avoir la torsion en degrés, il suffit de multiplier chaque membre de cette équation par $\frac{360}{2\,\pi}$, ce qui donne :

$$\frac{360\,A}{2\,\pi} = \frac{21600\,k}{2\,\pi^3\,E\,n\,R^4}$$

simplifiant, en posant : $$d^o = \frac{360\,A}{2\,\pi}$$

On a $$d^o = \frac{K}{19.137.900\,n\,R^4}$$

Formule d'après laquelle M. Fiévet a fait plusieurs applications, en concluant que :

1° Les arbres qui résistent à la torsion sont ceux dont l'angle est le plus faible;

2° Ceux dont la torsion dépasse 50 minutes sont surchargés;

Et 3° ceux dont la torsion atteint 1° 10 minutes se rompent.

En général on doit admettre qu'un arbre peut transmettre raisonnablement son travail en faisant un angle de torsion de 40′ environ sur une longueur de 1 mètre. Mais, en pratique, lorsque des transmissions sont à établir, on ne sait pas toujours quelle charge on leur donnera, et il arrive souvent que les prévisions se trouvent dépassées.

Pour être certain d'être dans des conditions plus que suffisantes, M. Fiévet admet un angle de 1/2 degré ou 30 minutes seulement.

timètres s'ils sont en fer forgé, correspond à l'unité, c'est-à-dire à la puissance de 20 chevaux, avec la vitesse de 20 tours par minute, ou bien, ce qui revient absolument au même, à 50 chevaux avec 50 tours, comme à 100 chevaux et 100 tours, etc.

Pour les arbres deuxièmes moteurs, qui, par cela même qu'ils sont susceptibles de moins fatiguer, éprouvent moins de chocs, de vibrations et de torsion, la base ou l'unité admise est de :

15 centimètres pour les tourillons en fonte,

et de 13 centimètres seulement pour ceux en fer;

c'est-à-dire qu'un arbre devant transmettre la force de 1 cheval ou 75 kilogrammètres, en ne faisant qu'une révolution par minute, devra avoir 15 centimètres s'il est en fonte et 13 centimètres s'il est en fer.

Mais le cube de 15 = 3375, et celui de 13 = 2197 :

par conséquent, $d^3 = 3375 \times \frac{C}{N}$ dans le premier cas,

et $d^3 = 2197 \times \frac{C}{N}$ dans le second :

d'où il résulte qu'en faisant successivement :

C = 1, 2, 3, 4, 5, 10, 50, 100 chevaux,
et N = 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 100 révolutions par minute,

on aurait les valeurs de d^3.

De là les deux formules pratiques suivantes :

$$d = 15 \sqrt[3]{\frac{C}{N}}$$ pour le diamètre en fonte,

et $$d = 13 \sqrt[3]{\frac{C}{N}}$$ pour celui en fer forgé.

Ainsi, *le diamètre d'un tourillon d'arbre deuxième moteur est égal au produit de* 15 *s'il est en fonte, et de* 13 *s'il est en fer, par la racine cubique du nombre de chevaux à transmettre divisé par le nombre de révolutions qu'il doit faire en une minute.*

Premier exemple : Quel est le diamètre à donner aux tourillons d'un arbre en fonte deuxième moteur qui reçoit une puissance de 10 chevaux, en faisant 40 tours par 1′?

On a : $$\sqrt[3]{\frac{10}{40}} = 0{,}7368 :$$

d'où $$d = 15 \times 0{,}7368 = 11 \text{ centimètres.}$$

Si l'arbre était en fer, il n'aurait que

$$d = 13 \times 0{,}7368 = 9^c68 = 97 \text{ millimètres environ.}$$

Deuxième exemple : Quel serait le diamètre des tourillons de l'arbre en fer deuxième moteur, transmettant la puissance de 15 chevaux avec la vitesse de 60 révolutions par 1′ ?

On a : $$\sqrt[3]{\frac{15}{60}} = 0{,}63.$$

d'où $$d = 13 \times 0.63 = 8^c19;$$

soit $$d = 82 \text{ millimètres.}$$

Pour simplifier le travail, et ne pas avoir de racine cubique à extraire, nous avons calculé la table suivante qui permet de déterminer dans tous les cas les diamètres des arbres deuxièmes moteurs, en fonte et en fer.

Remarquons à cet effet que la première formule

$$d = 15\sqrt[3]{\frac{C}{N}}$$

peut se mettre sous la forme de

$$d^3 = 15^3 \times \frac{C}{N} = 3375 \times \frac{C}{N};$$

d'où l'on tire $$Nd^3 = 3375 \times C,$$

et par suite $$\frac{N}{C} = \frac{3375}{d^3}.$$

On a de même, pour la seconde formule, $d = 13\sqrt[3]{\frac{C}{N}}$,

$$d^3 = 13^3 \times \frac{C}{N} = 2197 \times \frac{C}{N};$$

d'où $$\frac{N}{C} = \frac{2197}{d^3}.$$

Par conséquent, le nombre de révolutions par 1′, divisé par le nombre de chevaux est égal au cube du coefficient adopté, divisé par le cube du diamètre en centimètres.

TABLE SERVANT A DÉTERMINER LES DIAMÈTRES DES TOURILLONS D'ARBRES 2[e] MOTEURS EN FONTE ET EN FER.

DIAMÈTRES en centimètres.	CUBES de ces diamètres.	VALEURS DE $\frac{N}{C}$ pour les arbres		DIAMÈTRES en centimètres.	CUBES de ces diamètres.	VALEURS DE $\frac{N}{C}$ pour les arbres	
		en fonte.	en fer.			en fonte.	en fer.
1.0	1.000	3375.00	2197.00	13.0	2.197.000	1.54	1.00
1.5	3.375	1000.00	650.96	13.5	2.460.375	1.37	0.89
2.0	8.000	422.00	274.62	14.0	2.744.000	1.27	0.80
2.5	15.625	216.00	146.13	14.5	3.048.625	1.17	0.72
3.0	27.000	125.00	81.36	15.0	3.375.000	1.00	0.65
3.5	42.875	78.71	51.24	15.5	3.723.875	0.96	0.58
4.0	64.000	52.74	34.33	16.0	4.096.000	0.82	0.53
4.5	91.125	37.03	24.10	16.5	4.492.125	0.76	0.48
5.0	125.000	27.00	17.56	17.0	4.913.000	0.68	0.45
5.5	166.375	20.28	13.20	17.5	5.359.375	0.62	0.40
6.0	216.000	15.62	10.17	18.0	5.832.000	0.58	0.37
6.5	274.625	12.28	8.00	18.5	6.331.625	0.53	0.34
7.0	343.000	9.84	6.41	19.0	5.859.000	0.47	0.32
7.5	421.875	8.00	5.20	19.5	7.414.875	0.45	0.28
8.0	512.000	6.59	4.20	20.0	8.000.000	0.42	0.26
8.5	614.125	5.49	3.57	21.0	9.261.000	0.36	0.24
9.0	729.000	4.63	3.13	22.0	10.648.000	0.32	0.21
9.5	857.375	3.93	2.56	23.0	12.167.000	0.27	0.18
10.0	1.000.000	3.38	2.20	24.0	13.824.000	0.24	0.16
10.5	1.157.625	2.92	1.88	25.0	15.625.000	0.21	0.14
11.0	1.331.000	2.54	1.65	26.0	17.576.000	0.19	0.13
11.5	1.520.875	2.21	1.44	27.0	19.683.000	0.17	0.11
12.0	1.728.000	1.95	1.26	28.0	21.952.000	0.15	0.10
12.5	1.953.125	1.72	1.12	29.0	24.389.000	0.13	0.09
»	»	»	»	30.0	27.000.000	0.12	0.08

D'après cette table, il suffit, pour trouver le diamètre d'un tourillon, *de diviser le nombre de révolutions par minute par le nombre de chevaux, et de chercher dans la troisième ou quatrième colonne, le résultat qui s'approche le plus du quotient,* le chiffre correspondant dans la première colonne donne le diamètre.

Exemple : Quels seraient les diamètres des tourillons d'arbres en fonte on en fer, deuxièmes moteurs, devant transmettre une force de 20 chevaux avec une vitesse de 30 tours par minute ?

On a : $$\frac{30}{20} = 1,5;$$

le nombre le plus rapproché de ce quotient, dans la troisième colonne,

est 1,6, qui correspond à 13c5 dans la première, et il est exactement 11,5 dans la quatrième colonne, ce qui correspond à 12.

Par conséquent, le diamètre du tourillon doit être

de 135 millimètres s'il est en fonte,
et de 120 millimètres s'il est en fer.

Comme dans bien des circonstances on voudrait ne pas avoir même la peine de faire la simple opération que nous venons d'indiquer, et que, d'ailleurs, il se rencontre souvent que les mêmes forces et les mêmes vitesses se répètent, il nous a paru utile de réunir ces données dans le tableau suivant, afin d'éviter toute espèce de calcul, ce qui a été facile d'établir d'après ce qui précède.

Nous avons exprimé dans ce tableau les diamètres des tourillons en millimètres et en nombres ronds, et pour les arbres en fer seulement, comme étant le plus généralement appliqués.

TABLE RELATIVE AUX DIAMÈTRES DES TOURILLONS D'ARBRES EN FER DE TRANSMISSION.

FORCE en chevaux.	DIAMÈTRE DES TOURILLONS CORRESPONDANT AUX VITESSES DE								
	50	60	70	80	90	100	120	160	200
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
1	35	33	32	30	29	28	27	24	22
2	45	41	40	38	37	35	33	30	28
3	49	48	46	44	42	40	38	35	32
4	56	52	50	48	46	44	42	38	35
5	60	56	54	51	50	48	45	41	38
6	65	60	59	55	53	51	48	44	41
8	69	63	64	60	58	56	53	48	44
10	74	70	69	65	63	60	56	51	48
12	79	75	72	69	67	65	60	55	51
15	85	81	78	75	71	69	65	60	55
18	92	85	83	79	75	74	69	63	59
20	95	90	85	81	78	76	71	65	61
25	101	96	93	90	85	81	77	69	65
30	110	100	99	95	91	87	82	74	68
40	120	114	107	104	100	95	90	81	74
50	130	120	115	110	106	101	96	89	79
60	141	130	124	118	113	110	101	95	85
70	145	137	130	124	120	116	108	100	92
80	149	144	135	130	125	120	114	104	95
90	158	150	141	135	130	125	119	108	100
100	164	155	146	140	135	130	122	110	103

Observations. — Quoique nous ayons, jusqu'ici, aussi bien considéré les arbres en fonte que les arbres en fer pour les transmissions de mouvement, nous devons dire cependant que les premiers sont peu employés aujour-

d'hui, à moins que ce ne soit pour de très-petites vitesses; comme, par exemple, lorsqu'il s'agit de transmettre la puissance d'une roue hydraulique à un moulin : le premier arbre de couche, appelé arbre intermédiaire, communiquant le mouvement de l'axe de la roue à l'arbre vertical par des engrenages, ne reçoit assez généralement qu'une vitesse de 10 à 12 tours par 1′, ou 15 à 16 tours au plus. Il y a économie à faire cet arbre en fonte à cause des fortes dimensions qu'il faut lui donner.

On trouve en effet que si un tel arbre doit transmettre une puissance effective de 25 chevaux, à la vitesse de 10 tours, le diamètre de ses tourillons, en le faisant en fer, n'aurait pas moins de 18 centimètres, et comme il ne faudrait lui donner que 20 centimètres environ en le faisant en fonte, le constructeur trouve dans ce dernier cas une économie sensible, car quoique l'arbre en fonte soit plus lourd, il ne revient pas à plus de 40 à 45 fr. les 100 kilogr. y compris les frais de modèle, tandis que l'arbre en fer coûterait 80 à 90 fr. Remarquons, d'ailleurs, que lorsqu'il n'est pas susceptible d'éprouver des chocs, des vibrations, l'arbre en fonte peut être employé avec sécurité.

Pour des arbres tournant plus ou moins rapidement et le plus souvent en transmettant des efforts peu considérables, il est toujours préférable de les faire en fer, parce que non-seulement ils sont moins lourds, mais encore ils ne reviennent pas proportionnellement beaucoup plus chers, et qu'en outre ils peuvent mieux résister aux secousses, aux vibrations, et offrent par suite plus de sécurité.

Ainsi, un arbre qui aurait à transmettre une force de 8 à 10 chevaux avec une vitesse de 70 à 80 révolutions par minute, devrait, selon nous, toujours être en fer : les tourillons d'un tel arbre n'auraient pas, en effet, 7 centimètres de diamètre, tandis qu'en fonte ils en auraient au moins 8, et il serait prudent ou de renfler l'arbre vers son milieu, ce qui en augmente le poids, ou de mettre les points d'appui plus rapprochés, par conséquent de multiplier les supports et les coussinets, ce qui devient une augmentation de dépenses assez sensible lorsque la ligne d'arbre est longue.

Largeur des tourillons. — Buchanan, et avec lui beaucoup de mécaniciens, ont admis pendant longtemps que la longueur des tourillons ne devait pas dépasser leur diamètre de plus de 1/4 à 1/8 ; mais depuis, la plupart des meilleurs constructeurs adoptent une proportion plus grande.

Comme le frottement d'un tourillon dans ses coussinets n'augmente pas avec sa longueur, mais seulement avec la section, il y a réellement intérêt à lui donner une grande portée, parce qu'alors on augmente sa surface de contact et on diminue l'usure.

Nous ne conseillons donc pas d'admettre moins de une fois et demie le diamètre, pour la longueur l à donner aux tourillons d'un arbre de couche ; par conséquent,

$$l = 1,5\,d.$$

La longueur du tourillon, de 10 centimètres de diamètre, serait donc au moins de 15 centimètres.

M. Decoster qui, l'un des premiers, s'est attaché à faire des transmissions de mouvement à grandes vitesses, a été naturellement conduit à augmenter, dans de grandes proportions, la longueur de ses tourillons. On a vu, en effet, des arbres de 5 à 6 centimètres de diamètre, portés sur des coussinets de 10 à 12 centimètres de longueur et plus.

DIMENSIONS DES ARBRES.

Diamètre. — Quand on connaît le diamètre des tourillons d'un arbre soumis à un effort de torsion on peut admettre celui de l'arbre lui-même.

Dans la plupart des cas, lorsqu'il est en fer, on lui donne la même grosseur qu'au tourillon ; c'est surtout pour de longues lignes d'arbres qui doivent, sur un grand nombre de points, porter des poulies, des engrenages et des manchons qu'il est économique de les faire tout à fait cylindriques, parce qu'alors on les tourne sur toute leur longueur au tour à chariot ; le travail est plus simple et les ajustements plus faciles. Il suffit, pour éviter le glissement longitudinal dans les coussinets, de ménager ou de rapporter des embases de chaque côté du palier qui se trouve à une des extrémités de la ligne.

Nous allons montrer que, pour les arbres en fer qui peuvent évidemment résister à des efforts de torsion plus considérables que les arbres en fonte, c'est-à-dire qui peuvent se tordre avant de se rompre, suivant des angles notamment plus grands, les diamètres que l'on fait égaux à ceux des tourillons sont plutôt trop forts que trop petits dans la plupart des cas, et particulièrement au-dessus de 7 à 8 centimètres.

A cet effet, il nous paraît utile de reproduire, d'après M. Fiévet, le tableau qui a été publié en 1858 dans les *Mémoires de la Société impériale de Lille,* et que l'auteur expérimenté a calculé avec sa formule :

$$R = \sqrt[4]{\frac{K}{9568950\,n}},$$

dans laquelle :

R représente le rayon de l'arbre ;
K l'effort en kilogrammes ;
et n le nombre de révolutions par 1′.

Cette formule est déduite de celle

$$d^{o} = \frac{K}{19137900\,n\,R^{4}},$$

en admettant que d^{o}, qui exprime l'angle en degrés, soit limité à 0,5 ou 30′ sur un mètre de longueur.

TABLE RELATIVE AUX DIAMÈTRES DES ARBRES EN FER, 2e MOTEURS, SOUMIS A DES EFFORTS DE TORSION.

FORCE en chevaux.	NOMBRE DE RÉVOLUTIONS PAR MINUTE.								
	50	60	70	80	90	100	120	160	200
2	48	45	44	42	41	40	38	36	34
3	58	50	48	46	45	44	42	39	37
5	60	57	55	53	52	50	48	45	43
10	71	68	65	63	61	60	58	54	50
15	78	75	72	70	68	66	63	59	56
20	84	80	78	75	73	71	68	63	60
30	93	89	86	83	81	79	76	70	66
40	100	96	92	89	86	84	81	75	71
50	106	101	98	95	92	89	85	79	75
75	117	112	108	104	101	99	95	88	83
100	126	121	116	112	109	106	102	94	89

Il est facile, en comparant cette table à la précédente donnée page 83, de reconnaître qu'en limitant le diamètre du corps de l'arbre à celui de ses tourillons, il est généralement plutôt trop fort que trop faible, au moins dans les dimensions qui dépassent 60 à 70 millimètres.

Ainsi, par exemple, un arbre de couche qui transmet une puissance de 10 chevaux avec une vitesse de 100 révolutions par 1′, doit avoir, suivant M. Fiévet, 60 millim. de diamètre. On voit aussi, dans notre table calculée, que le diamètre des tourillons est le même.

Si la force à transmettre était de 40 chevaux avec la même vitesse de 100 tours, l'arbre aurait, suivant M. Fiévet, 84 millimètres, et, d'après notre table, les tourillons auraient 95 mill.; la différence en faveur du corps de l'arbre est donc de 11 millimètres. Cette différence serait plus considérable pour des diamètres plus forts.

Mais si, au contraire, l'effort n'était que de 5 chevaux avec 160 révolutions par 1′, le corps de l'arbre, selon M. Fiévet, devrait avoir 45 millimètres, tandis que les tourillons, d'après notre table, n'auraient que 41 millimètres, c'est-à-dire que la différence en moins pour les tourillons est de 4 millimètres.

Lorsque les arbres ne doivent pas être tournés partout, ce qui a lieu, par exemple, quand ils n'ont que peu d'organes à recevoir, comme alors les tourillons sont pris dans la masse, on leur donne un peu plus de diamètre qu'à ces derniers. L'augmentation est surtout nécessaire quand les arbres doivent avoir une assez grande portée, c'est-à-dire qu'il existe une grande distance entre les paliers qui les supportent ; il faut éviter qu'ils ne fléchissent ou ne *flambent*. C'est principalement dans les petites

dimensions qu'il est prudent de les faire proportionnellement plus forts.

En général, on augmente le diamètre d'un dixième ou de deux dixièmes au plus, suivant que l'on veut laisser plus ou moins de saillie aux collets.

Ainsi un arbre non tourné, dont les tourillons devraient avoir 10 centimètres de diamètre, pourrait être forgé à 11 centimètres ou à 12 centimètres lorsque les portées sont espacées.

Tandis que s'il devait être tourné dans toute sa longueur, si les supports n'étaient pas trop éloignés, il suffirait, pour avoir 10 centimètres, fini partout, de le forger à 104 ou 105 millimètres; le tourneur doit, en effet, quand l'arbre est bien dressé par avance, de manière à former une ligne rigoureusement droite sur toute sa longueur, se contenter de 2 à 2 1/2 millimètres pour le cylindrage.

Au reste, plus le diamètre de l'arbre est petit, moins il faut laisser de matière à enlever au tour; ainsi 1 à 1 1/2 millim. d'épaisseur suffit pour rendre bien cylindrique un arbre de 5 à 6 centimètres.

Longueur des arbres. — La longueur à donner aux arbres de transmission est assez arbitraire en pratique. On comprend sans peine que plus ils sont forts plus ils peuvent avoir de longueur, c'est-à-dire plus on peut éloigner leurs points d'appui.

Pour des arbres en fer de 8 à 10 centimètres, on peut généralement, sans crainte de flexion ou de mouvement vibratoire, leur donner 4 mètres de longueur, surtout s'ils ne dépassent pas des vitesses de 80 à 100 tours par minute.

Lorsque les arbres sont très-gros et que l'on n'est pas empêché, soit pour le transport, soit pour la mise en place, on peut les faire de 6 à 7 mètres et plus; tels sont des arbres de couche de 18 à 20 centimètres de diamètre.

Dans les appareils de navigation, les arbres de couche qui transmettent le mouvement du moteur à l'hélice, ont quelquefois 8 et 10 mètres de longueur pour des diamètres de 30 à 32 centimètres. Nous en avons même vu, pour des navires de 900 chevaux, mesurant au moins 12 mètres, et forgés à 44 ou 45 centimètres de diamètre. On n'oserait jamais donner de telles longueurs à des arbres en fonte d'une seule pièce; il serait d'ailleurs très-difficile de les fondre, parce que pour être bien sains, sans soufflures, on est obligé de les couler debout, ou au moins avec une forte inclinaison, ce qui exigerait des hauteurs considérables que l'on n'a pas dans les fonderies.

Au contraire, quand les arbres sont de petit diamètre, il faut nécessairement limiter leur longueur ou au moins la distance de leurs coussinets. Ainsi, pour des arbres de 4 à 5 centimètres qui tournent rapidement, la portée ou la longueur comprise entre deux tourillons consécutifs n'est pas de plus de 3 mètres. On fait aujourd'hui des transmissions légères à grande vitesse, dans lesquelles l'écartement des supports est de $2^m 50$ à $2^m 80$.

Plus les arbres sont courts, plus il faut multiplier les points d'appui et les assemblages, par conséquent plus les dépenses sont considérables, puisque alors on augmente le nombre de paliers, de coussinets, de supports et de manchons.

Comme les principales dimensions à donner à plusieurs de ces organes, et particulièrement aux manchons d'accouplement, dépendent de celles de l'arbre, nous avons dû d'abord nous occuper de celles-ci.

Nous allons maintenant montrer les proportions que l'on adopte généralement dans la pratique pour les accouplements, en suivant à cet égard les différents modes qui ont été décrits précédemment.

PROPORTIONS DES MANCHONS D'ACCOUPLEMENT.

Dans les différentes règles établies au sujet des dimensions à donner aux diverses parties qui composent chaque système de machine ou chaque mode d'assemblage, nous désignons par :

d le diamètre du tourillon de l'arbre ;
d' le diamètre du corps de cet arbre ou de sa partie renflée ;
e l'épaisseur de la douille ou du manchon ;
D le diamètre de celui-ci ;
L la longueur totale ;
l la demi-longueur ou la partie ajustée de l'arbre ;
c la largeur de la clef ou de la clavette de serrage ;
s sa saillie en dehors de l'arbre.

Sans avoir la prétention de donner ici les calculs les plus rigoureux sur les dimensions exactes que devraient avoir les organes importants des transmissions de mouvement, nous nous sommes surtout attaché à nous rapprocher, autant que possible, de la pratique des bons constructeurs et à ramener toutes les proportions aux formules les plus simples, en arrondissant les chiffres pour permettre de se les rappeler facilement. Nous avons en cela suivi le mode employé précédemment dans les organes déjà décrits, et qui est adopté aussi par des auteurs allemands.

ACCOUPLEMENT SIMPLE.

Assemblage a clavettes (fig. 1). — Étant donné le diamètre d du tourillon le plus proche de l'extrémité de l'arbre supporté, et qui doit s'emmancher dans le bout renflé de l'autre,

on a l'épaisseur e de cette partie renflée, en faisant :

$$e = 0,4\,d,$$

et la longueur L en faisant :

$$L = 2,5\,d.$$

La clavette qui assemble les deux parties a, pour largeur à son extrémité supérieure :

$$c = d,$$

et à son extrémité inférieure :

$$c' = 0,8d.$$

L'épaisseur de cette clavette étant limitée à :

$$s = 0,2\,d.$$

La grosseur de chaque arbre est supposée au maximum :

$$d' = 1,2d.$$

Assemblage d'arbres en fonte et en fer (fig. 4). — Nous admettons que le diamètre D de l'arbre en fonte est égal au double de la partie tournée de l'arbre en fer qui doit y pénétrer, et dont la longueur L est exprimée par :

$$L = 1,6\,d.$$

La largeur de la rondelle, ou virole en fer qui enveloppe le bout de l'arbre en fonte, est égale au même diamètre d, et son épaisseur à 1/5 de ce diamètre.

ACCOUPLEMENT AVEC MANCHON D'UNE SEULE PIÈCE.

Assemblages a joints plats (fig. 5). — La longueur l de chacune des deux parties méplates qui forment la jonction des deux arbres, est égale au double du diamètre d de leurs tourillons.

Et la longueur L du manchon en fonte qui les embrasse est égale à trois fois ce diamètre.

Si l'on n'emploie qu'une seule clavette ou nervure pour fixer le manchon, on lui donne pour largeur :

$$c = 0,4\,d,$$

et pour épaisseur :

$$s = 0,1\,d.$$

Lorsqu'on applique deux clavettes ou deux nervures qui, alors, sont placées dans une direction diamétralement opposée, on a :

$$c = 0,3\,d,$$

la saillie restant toujours la même.

Assemblages a queue (fig. 6). — Dans ce système la longueur du manchon est égale à 4 fois le diamètre du tourillon, et son épaisseur à la moitié de ce diamètre.

La saillie des deux parties extrêmes qui forment l'assemblage à queue, est aussi égale à la moitié de ce diamètre, et l'angle de l'arête oblique par rapport à la verticale, est de 40 degrés.

Joints bout a bout (fig. 7 et 8). — On fait aussi, dans ce système, la

longueur du manchon égale à 4 fois le diamètre du tourillon, et son épaisseur moyenne n'est pas moindre que la moitié, c'est-à-dire :

$$e = 0{,}5\,d\,;$$

la largeur de la clavette méplate qui fixe ce manchon est, comme précédemment :

$$c = 0{,}4\,d\,;$$

et son épaisseur :

$$s = 0{,}1\,d.$$

Le jeu laissé entre les deux arbres est de 3 à 4 millimètres.

Manchons de laminoirs (fig. 9 et 10). — D'après ce que nous avons dit précédemment, ces manchons ne doivent pas présenter une résistance trop considérable, il suffit de faire leur longueur :

$$\text{L} = 1{,}25\,d,$$

et leur épaisseur, dans les parties les plus minces :

$$e = 0{,}25\,d.$$

Le diamètre d' des portions d'arbres à réunir est seulement :

$$d' = 0{,}9\,d.$$

Ainsi, pour des laminoirs en fonte dont les tourillons auraient $0^{m}200$ de diamètre, chaque manchon n'aurait que :

$0^{m}250$ de longueur, et $0^{m}050$ d'épaisseur.

MANCHONS EN DEUX PIÈCES.

Manchons a griffes (fig. 11, 12 et 13). — En supposant, comme pour les manchons fondus d'une seule pièce, que le diamètre d des tourillons soit connu, et que toutes les parties du manchon lui soient proportionnelles, on fait pour les arbres en fer :

la longueur totale, $\text{L} = 4\,d\,;$
par suite, la 1/2 longueur, $l = 2\,d.$

L'épaisseur du moyeu ou des parties extrêmes les moins fortes est :

$$e = 0{,}5\,d\,;$$

ce qui fait naturellement pour le diamètre correspondant :

$$\text{D} = 2\,d.$$

Pour le plus fort diamètre D' des parties renflées qui s'embrayent entre elles, on a :

$$\text{D}' = 3\,d,$$

et la longueur $l' = 2\,d.$

Par conséquent, la longueur restante :

$$l'' = d.$$

Les saillies S des griffes et leur profondeur sont chacune égale à la moitié du diamètre ;

$$\text{soit } S = 0{,}5\,d.$$

L'étendue de chacune de ces griffes est de 1/4 de cercle.

Enfin, les clavettes ou nervures qui fixent le manchon assemblé sur les deux bouts d'arbre, ont pour largeur :

$$c = 0{,}3\,d.$$

et pour épaisseur :

$$s = 0{,}2\,d.$$

Pour laisser un jeu de 4 à 5 millim. entre les deux arbres, la portion du bout qui pénètre dans le manchon mâle est un peu inférieure à $1/2\,d$.

Manchons a plateaux (fig. 14, 15). — Dans ce système chaque plateau a pour longueur au moyeu :

$$l = 2\,d,$$

et pour longueur à la circonférence :

$$l' = d;$$

ce qui donne, quand le manchon est assemblé,

longueur totale : $L = 4\,d,$

et largeur totale de la surface extérieure : $L' = 2\,d.$

On a aussi, en faisant l'épaisseur $e = 0{,}5\,d$, pour le diamètre moyen du moyeu :

$$D = 2\,d,$$

et, pour le diamètre extérieur du manchon :

$$D' = 4{,}5\,d.$$

Ainsi un manchon à plateaux, pour l'accouplement de deux arbres en fer dont les tourillons auraient 0m 100 de diamètre, devraient avoir les proportions suivantes :

$l = 200^{\text{mill.}}$	....	$L = 400$
$l' = 100$	....	$L' = 200$
$D = 200$	....	$D' = 450$

En mettant 5 boulons pour réunir les deux plateaux, on donne à ces boulons un diamètre égal à 1/5 de celui du tourillon.

S'il n'y avait que 4 boulons, leur diamètre serait de $1/4\,d$.

Pour la clavette, lorsqu'on n'en met qu'une, on lui donne les proportions indiquées :

$$c = 0{,}4\,d, \quad \text{et } s = 0{,}1\,d, \quad \text{ou } 2s = 0{,}2\,d.$$

Système Blondel (fig. 17 à 19). — Les dimensions de ce manchon diffèrent peu de celles du précédent, à l'exception du diamètre extérieur qui est seulement égal à $4\,d$, et de la longueur totale réduite à $3{,}5\,d$.

Les coins à queue d'aronde, ajustés entre les plateaux, ont pour épaisseur :

$$e' = d;$$

pour profondeur dans le sens du rayon :

$$p = 0,7\,d;$$

pour largeur au milieu à l'extérieur :

$$a = d;$$

et pour largeur aux deux bases parallèles :

$$b = 1,5\,d.$$

Le diamètre des boulons d'assemblage est $3/10\,d$.

Manchons a coquilles (fig. 20 à 22). — La plus grande longueur donnée à ce genre de manchons ne dépasse pas 3 fois le diamètre des tourillons :

$$\text{soit } L = 3\,d;$$

et l'épaisseur des coquilles, dans les parties les plus faibles, est en moyenne égale à la moitié de ce diamètre,

$$\text{ou } e = 0,5\,d;$$

mais le renflement peut porter l'épaisseur à 0,7 ou $0,8\,d$.

L'écartement entre les deux rangées de boulons parallèles qui réunissent les coquilles ne peut être moindre que $2\,d$, et le diamètre de ces boulons, quand ils sont au nombre de 6, est égal à $1/6\ d$, et seulement de $1/4\ d$ s'ils ne sont qu'au nombre de 4.

Le diamètre du goujon qui termine l'un des arbres est au plus de $0,5\,d$.

Les dimensions de la clavette unique sont toujours :

$$c = 0,4\,d, \qquad \text{et } s = 0,1\,d.$$

Le diamètre des deux vis de pression appliquées sur le côté opposé à la clavette est égal à $0,2\,d$.

Observations. — Les diverses proportions que nous venons de donner s'appliquent particulièrement aux transmissions de mouvement de dimensions moyennes, qui sont le plus généralement employées dans les usines et manufactures, c'est-à-dire pour la jonction ou l'accouplement d'arbres en fer dont les diamètres varient depuis 5 à 6 centimètres jusqu'à 12 à 13 centimètres.

Dans certains cas, pour des arbres très-gros, si on emploie des manchons en fonte comme ceux que nous avons décrits, on peut, sans inconvénient, réduire certaines proportions.

SCIERIE MÉCANIQUE

A UNE OU PLUSIEURS LAMES

POUR DÉBITER LES BOIS EN GRUME

N'EXIGEANT NI FOSSE NI FONDATION

Par M. A. COCHOT, ingénieur-mécanicien à Paris

(PLANCHE 5)

Depuis longtemps nous n'avons rien publié concernant les machines à scier les bois [1], et pourtant des perfectionnements d'une certaine importance ont été apportés dans la construction de ces machines, aussi nous proposons-nous de donner dans ce volume plusieurs des nouveaux types adoptés par les meilleurs constructeurs. Nous allons commencer par faire connaître, comme offrant des particularités réellement intéressantes dans ses dispositions d'ensemble et dans sa construction, une nouvelle machine à scier les bois exécutée par M. Cochot pour le compte du gouvernement.

Le problème posé par MM. les ingénieurs de la marine impériale était que, devant fonctionner en forêt pour entreprendre des exploitations à Saigon, en Cochinchine, elle devait être disposée de telle sorte qu'elle pût être installée et fonctionner dans les meilleures conditions possibles, sans exiger ni fosse ni fondation, et être même aisément transportable tout en permettant le sciage des arbres des plus grandes longueurs.

M. Cochot a été assez heureux pour trouver une disposition pouvant satisfaire à toutes ces conditions. Elle consiste principalement dans le mode de transmission des châssis porte-lames qui, au lieu d'être com-

1. Les scies mécaniques publiées dans ce Recueil sont les suivantes :

Tome III. Scie à cylindre et à une seule lame, par M. Peyod.

Tome III. Grande scie à chariot et à une seule lame pour débiter le bois en grume, par M. Philippe.

Tome IV. Scie alternative à lame horizontale pour le placage, par M. Cart.

Tome V. Grande scie à lame sans fin, par M. Thouard, construite par M. Giraudon.

Tome IX. Scie à plusieurs lames, par MM. Mazeline.

mandé en dessous, ainsi que le sont le plus ordinairement les scies de ce genre, est actionné par un arbre coudé à double manivelle, monté dans des paliers fixés au sommet des deux bâtis verticaux entre lesquels se meut le châssis. Ces bâtis sont reliés par un entablement et une forte croix de Saint-André, et fixés simplement sur des charpentes placées parallèlement sur le sol dans le sens longitudinal. Ces charpentes sont reliées par des traverses qui servent à maintenir leur écartement, et à supporter les paliers des arbres à galets sur lesquels roule le chariot destiné à recevoir l'arbre à débiter.

Ce chariot, qui n'a pas moins de 14 mètres de longueur, présente à la fois une grande solidité et une grande légèreté par suite de sa construction même, qui consiste en deux longrines en tôle de fer reliées par des entretoises aux deux extrémités et composées de fers d'angle bien dressés, fixés sur des barres méplates en fonte dentées en dessous pour former crémaillères, et engrenées avec deux pignons fixés sur un même arbre, et commandées, comme à l'ordinaire, par une roue à rochet dite *roue des minutes*, et son cliquet ou *pied de biche*.

Les dispositions générales de cette machine, aussi simple que ses détails de construction, se reconnaitront aisément à l'inspection de la pl. 5, et la description détaillée que nous allons donner de chacune des parties qui la composent, permettront d'apprécier les services qu'une scie mécanique de ce système peut rendre à l'industrie.

DESCRIPTION DE LA SCIE A DÉBITER LES BOIS EN GRUME,

REPRÉSENTÉE PLANCHE 5.

La fig. 1 est une vue de face de la machine toute montée et fonctionnant avec cinq lames de scie attachées au châssis mobile.

La fig. 2 en est une section verticale faite par le milieu et perpendiculairement à la fig. 1.

Les fig. 3 et 4 représentent en détail, vue de face et de côté, la commande du chariot par la crémaillère et son pignon.

La fig. 5 est une section horizontale, suivant la ligne 1-2, fig. 2, de l'un des montants formant le bâti, et du porte-guide du châssis assurant son mouvement rectiligne.

La fig. 6 donne en détail l'assemblage des lames de scie avec la traverse du châssis.

Dispositions générales. — Le bâti de cette machine est composé de deux forts châssis en fonte A, placés verticalement à 1m190 l'un de l'autre, et reliés par une forte traverse à quatre branches B, formant une sorte de croix de Saint-André. Cette croix se trouve inclinée, comme on le remarque fig. 2, pour suivre la forme des châssis, disposés ainsi pour offrir plus de résistance à l'action du bois qui avance dans le sens indiqué

par la flèche, et présenter une grande rigidité en donnant à la partie inférieure plus de longueur, et, par suite, une assez grande distance entre les deux boulnos de scellement *a*, qui fixent chaque flasque sur les deux poutres A′, formant les seules fondations de la machine.

Ces deux châssis verticaux ont en outre leurs sommets réunis par un cadre C, fondu avec les deux forts paliers C′. Les deux grands côtés de ce cadre sont cintrés vis-à-vis des coudes de l'arbre de transmission pour livrer passage aux bielles qui communiquent le mouvement au châssis porte-lames. Les deux patins du bâti A sont aussi munis d'appendices venus de fonte *a′*, reliés par une plaque en fonte A^2.

Avec les deux flasques du bâti sont encore fondus les bras horizontaux A^3, auxquels sont boulonnées les bagues en fer *d*, destinées à recevoir les tiges verticales D servant de guide au châssis porte-lames. Les bras inférieurs sont fondus avec les appendices *a′*, et se trouvent naturellement au-dessous du niveau du sol, ce qui oblige de le creuser un peu; mais cette cavité, qui n'a besoin d'avoir que de 40 à 50 centimètres de profondeur, ne peut être considérée comme une fosse, les grandes poutres longitudinales A′, avec un certain nombre de traverses en bois a^2, étant suffisantes pour établir la machine solidement.

Du châssis porte-scies et de son mouvement. — Le châssis mobile auquel les lames de scie sont fixées, est composé de deux montants verticaux en fonte E, à section rectangulaire avec les angles abattus, lesquels montants sont boulonnés à deux traverses horizontales en fer E′, de même forme qui, dans leur épaisseur, ont une longue mortaise E^2 (fig. 5) pour recevoir les pièces servant au montage des lames de scie.

La traverse inférieure est munie de deux boutons saillants *e′* (fig. 1) qui reçoivent les têtes inférieures des grandes bielles F, actionnées directement par l'arbre de transmission. A cet effet, les têtes supérieures de ces deux bielles sont assemblées sur les coudes de l'arbre G, monté dans les deux paliers C′, et muni du volant V et des poulies P et P′; l'une fixe pour transmettre le mouvement qu'elle reçoit du moteur, l'autre folle pour l'interrompre à volonté.

Les coudes de l'arbre G, formant les manivelles G′, ont 0^m275 de rayon, ce qui donne au châssis une course totale de 0^m550. La verticalité parfaite du mouvement de va-et-vient est assurée par les tiges cylindriques D, embrassées par les coulisseaux en bronze *e*, fixés aux montants du châssis. Ces coulisseaux sont en deux pièces, reliées entre elles par des boulons qui traversent des oreilles e^2. L'une des deux pièces de chaque coulisseau forme le prolongement des montants E, et se trouve ainsi interposé entre eux et la traverse correspondante E′, laquelle est traversée par les boulons à écrou *f*, qui opèrent la réunion du châssis.

Pour faire équilibre au poids des manivelles et des bielles, le volant V, ainsi que l'on a coutume de le faire, a sa jante fondue avec un appendice V′ qui forme contre-poids; on dispose ce contre-poids de manière,

quand on cale le moyeu sur l'arbre, qu'il se trouve diamétralement opposé aux tourillons des manivelles.

Les lames de scie F sont fixées aux traverses E′ du châssis au moyen de pièces en fer f', en forme de T (fig. 2 et 6), engagées dans la longue mortaise E^2 ménagée à chacune de ces traverses. Chaque lame, engagée dans une fente pratiquée dans la tête du T, y est maintenue solidement par un boulon et son écrou g.

Les deux T correspondants aux extrémités de la lame de scie ont leur écrou placé un peu en dehors de l'axe passant par le milieu du châssis, l'un à droite pour la traverse du bas, l'autre à gauche pour le haut (voy. fig. 2), de façon à pouvoir incliner légèrement la lame par rapport à la verticale ; inclinaison qui doit varier et être proportionnée, comme on sait, à l'avancement du bois, qui lui-même est variable suivant sa nature, ses dimensions et le nombre de madriers débités simultanément dans la même pièce. La tension de la lame de scie est obtenue au moyen de clavettes en fer g', qui pénètrent dans une fente pratiquée vers le bout de la branche verticale du T.

Lorsqu'on opère avec plusieurs lames, comme c'est le cas le plus ordinaire avec cette machine, il est indispensable de régler bien exactement leur écartement. On emploie, à cet effet, des prismes en bois dur, plus ou moins épais, que l'on choisit en raison de l'écartement qui doit exister entre chaque lame. Ces prismes sont maintenus à la hauteur convenable au moyen de branches verticales h' (fig. 1), après lesquelles ils sont fixés, et qui, traversant la mortaise pratiquée dans la traverse E, sont retenues à celle-ci par une goupille en fer. Le serrage de tous ces prismes h, formant les cales d'écartement, est effectué par une vis i dont la tête vient butter contre l'un des montants verticaux du bâti. Du côté opposé, contre l'autre montant, se trouve une vis semblable ou simplement une cale de butée i', comme on peut le remarquer sur la fig. 1.

Du chariot et de son mouvement de translation pour l'avancement du bois. — Comme la machine que nous décrivons est destinée au sciage des bois en grume, M. Cochot a dû donner une grande longueur au chariot sur lequel on fixe l'arbre pour l'amener à l'action des scies. Ce chariot n'a pas moins de 14 mètres de longueur, et les deux côtés longitudinaux ne peuvent être reliés qu'aux deux extrémités, puisqu'il faut qu'entre eux passe le châssis porte-lames. Il fallait donc que les côtés présentassent une grande rigidité, tout en n'étant pas d'un poids trop considérable, pour que la transmission de mouvement ne se trouve pas chargée.

Le constructeur a pu atteindre ce double but en employant deux longues poutrelles K, composées chacune d'une bande de tôle de 10 millimètres, sur $0^m,200$ de hauteur, placées de champ et renforcées par trois cornières en fer d'angle, dont deux k, rivées de chaque côté, forment la base, tandis que la troisième k', rivée sur la face interne, forme le dessus de la poutrelle. Deux fortes traverses en fer rond tourné H

relient les extrémités des deux pièces, de façon à ne former qu'un seul châssis, qui repose sur une série de galets à joues L, ajustés à frottement doux sur de petits arbres horizontaux *l*, montés dans des paliers M et M', lesquels sont boulonnés sur les poutres C et les traverses a^2, qui sont placés sur le sol à une distance de 1m,300 d'axe en axe.

Les deux cornières *k*, qui forment l'embase de chaque poutrelle, sont fixées par des rivets à têtes fraisées à une forte crémaillère *l'*, fondue avec deux rebords bien dressés pour reposer sur les joues des galets, et y glisser aisément en laissant la partie du milieu, qui est dentée, passer librement sans toucher au corps des galets, dont le diamètre est sensiblement moindre entre les joues.

Cette disposition est modifiée pour les deux galets L', qui sont clavetés sur l'arbre en fer *m*, montés dans les deux paliers *m'* fondus avec les bâtis A. Entre les joues de ces deux galets L' est ménagée, à la fonte, une denture qui en fait de petits pignons engrenant avec les deux crémaillères parallèles *l'*, de telle sorte qu'en communiquant à ces pignons un mouvement de rotation, ils commandent le chariot, qui peut alors se déplacer horizontalement, en glissant sur la série de galets L.

L'arbre *m* des pignons L' reçoit son mouvement de l'arbre moteur G, par l'intermédiaire de l'excentrique N calé près du volant. A cet effet, l'extrémité de la tige de cet excentrique est boulonnée à un levier cintré N', qui a son centre fixe d'oscillation sur le côté du bâti, et dont le bras, prolongé en delà de ce centre, est muni du *pied de biche* ou rochet *n*. Un ressort méplat *n'* maintient ce rochet engagé dans les dents de la grande roue des minutes O, qui est fixée à l'extrémité de l'arbre *m*, muni des pignons commandant la marche du chariot.

On sait que l'avancement du bois, par rapport à la vitesse des scies, doit être relativement très-petit, et que, de plus, on doit pouvoir le faire varier à volonté dans des rapports assez appréciables.

Ce double but est complétement atteint par la disposition que nous venons de décrire, car on peut avec elle faire tourner la grande roue à rochet O d'une quantité égale soit à une ou deux dents, soit à trois ou un plus grand nombre de dents; il suffit pour cela d'arrêter l'extrémité de la barre d'excentrique N en un point plus ou moins rapproché du centre *n* du levier cintré N', qui, dans ce but, est muni d'une longue rainure dans laquelle peut glisser le boulon d'attache n^2.

De crainte que le rochet *n* en descendant ne glisse pas bien sur la denture de la grande roue, et par suite ne l'entraîne en sens contraire du mouvement (celui indiqué par la flèche fig. 2) qu'il lui avait communiqué en remontant, un cliquet d'arrêt *o* est maintenu dans les dents par un ressort méplat *o'*, qui prend son point d'appui sous le premier cliquet de mise en marche; une petite équerre en fer, montée sur une tige mobile à l'aide de la poignée *p*, permet de soulever les deux cliquets de façon à en dégager complétement les dents de la roue O.

Cette faculté de soustraire à volonté de l'action des rochets de commande la roue qui fait avancer le chariot, permet de faire marcher l'arbre des pignons en sens contraire, pour ramener le chariot à son point de départ quand la pièce de bois est débitée et que l'on veut remettre en sciage un autre arbre.

Pour effectuer rapidement ce retour, le constructeur a disposé sur le prolongement de l'arbre *m* deux poulies R et R′ (fig. 1), l'une fixe qui reçoit le mouvement en sens convenable du moteur de la scie, l'autre folle pour l'interrompre, en faisant glisser la courroie de l'une sur l'autre. Par cette commande spéciale, on évite le temps assez long qui serait nécessaire pour ramener le chariot et de plus la fatigue que cela donnerait à l'ouvrier chargé de ce service.

Malgré le poids assez considérable des pièces de bois mises en sciage sur une telle machine, il n'en faut pas moins qu'elles soient fixées assez solidement sur le chariot, afin d'être bien assuré qu'elles marchent en ligne parfaitement droite. Pour atteindre ce résultat, le bois est maintenu au moyen d'un certain nombre de fortes traverses en fer S fixées par des boulons à queue *s*, qui viennent s'accrocher sous la cornière supérieure *k*′ des poutrelles du chariot. Ces boulons sont serrés par des écrous *s*′, pourvus de petites poignées qui permettent de les faire tourner sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à une clef. La pièce de bois à débiter X, montée sur ces traverses, y est retenue solidement par des bandes méplates en fer T, serrées par des écrous à oreilles *t* vissés sur les tiges verticales T′, lesquelles sont reliées aux traverses S par des clavettes *t*′.

Comme au fur et à mesure de son avancement pour se présenter à l'action des scies le bois se déplace avec le chariot, celui-ci emmène naturellement avec lui les traverses et les barres méplates T qui le retiennent. On est alors obligé, quand une barre est près du châssis porte-lames, de dévisser les deux écrous à oreilles, d'enlever cette barre, puis de dégager la traverse S′ des boulons *s*.

On peut alors enlever le tout et le reporter de l'autre côté, derrière la machine, pour fixer de la même manière le bout de la pièce de bois qui a été traversée par les scies, afin que cette pièce soit parfaitement maintenue par ses deux extrémités.

Travail de la machine. — Nous ne pouvons connaître encore d'une manière exacte les résultats pratiques de cette scie, mais d'après les expériences de réception nous devons admettre qu'une telle machine peut fonctionner dans d'excellentes conditions de marche à une vitesse de 110 à 120 révolutions par minute, ce qui donne, la course totale de la manivelle étant de $0^m,550$, une vitesse rectiligne aux lames de :

$$120 \times 2 \times 0^m,550 = 132^m \text{ par } 1';$$

soit, par seconde, de : $132 : 60 = 2^m,20$,

vitesse moyenne généralement adoptée pour les équipages un peu lourds des scies à débiter les bois en grume.

Dans ces conditions de marche, et en supposant le châssis garni de cinq lames, comme l'indique la fig. 1 de la pl. 5, nous admettons, pour débiter un arbre en bois de chêne, une vitesse d'avancement de 1 1/2 à 2 millimètres seulement par chaque coup de scie, ce qui correspond à un travail maximum de :

$$120 \times 2 \times 5 = 1^{m},20 \text{ par minute;}$$

soit, par heure : $1^{m},20 \times 60 = 72$ mètres.

On voit donc que l'on peut avec une telle machine débiter en six forts madriers, dans l'espace d'une heure environ, un arbre de 14 mètres de longueur. En admettant que cet arbre ait 45 centimètres en moyenne d'équarrissage, la surface de chaque trait de scie serait alors de :

$$72 \times 0^{m},45 = 32^{mq},40.$$

Si maintenant on admettait un travail régulier d'une journée de 12 heures, on arriverait au rendement élevé de :

$$32^{m},40 \times 12 = 388^{mq},80 \text{ par lame.}$$

Mais on ne peut compter sur cette quantité, car il faut tenir compte du temps nécessaire pour ramener le chariot, et surtout de celui pour le charriage du bois, l'élever sur le chariot et l'y fixer convenablement.

En supposant la scie disposée, soit pour fonctionner avec un moins grand nombre de lames, soit pour débiter des bois tendres, on obtiendrait un rendement plus considérable, puisque l'on pourrait donner, comme on sait, une accélération de vitesse au châssis porte-scies, et surtout un avancement sensiblement plus grand au bois.

M. Cochot, ainsi que nous l'avons déjà dit, a construit cette machine pour le compte du gouvernement. Comme c'était la première scierie de ce système qu'il eût été appelé à établir, puisqu'elle devait satisfaire à un programme nouveau posé par MM. les ingénieurs de la marine, il a dû nécessairement faire des études, des modèles spéciaux, qui ont par cela même élevé le coût de la machine, laquelle, malgré cela, a été livrée au prix de 10,000 francs, y compris l'emballage et le transport; mais il serait maintenant très-facile au constructeur de livrer, à Paris, une scie semblable pour 8,000 francs.

MOTEURS A VAPEUR

MACHINES LOCOMOBILES

SYSTÈMES

De MM. CAIL et C^r, constructeurs à Paris

De M. GACHE aîné, à Nantes, et de M. GARGAN, à Paris

(PLANCHES 6 ET 7)

Dans le XIe volume de ce recueil nous avons consacré un long article à l'examen des machines à vapeur locomobiles ou transportables des principaux constructeurs français et étrangers, et nous avons donné une description complète avec figures d'une bonne machine de ce genre construite par M. Bréval, de Paris.

Comme les applications de ces moteurs deviennent chaque jour plus répandues, leur construction, qui ne se trouvait d'abord qu'entre les mains d'un petit nombre de mécaniciens qui en font une spécialité, tels que MM. Calla, Flaud, Rouffet, etc., est maintenant pour la plupart des constructeurs de machines à vapeur un objet de fabrication courante; il devient donc nécessaire pour les industriels de connaître en détails les dispositions des meilleures machines de ce genre.

Nous donnons à cet effet, en premier lieu, comme un excellent type à suivre, une locomotive construite dans les établissements de MM. Cail et Ce [1], et que nous avons vue suivie dans les ateliers d'Oullins; puis une machine de M. Gâche aîné, de Nantes, laquelle est remarquable par des dispositions nouvelles et toutes particulières appliquées à ce genre de moteur ou aux machines fixes, et enfin une machine portative, demi-fixe ou transportable, de M. Gargan, montée sur des patins en fonte et qui se distingue par une grande simplicité dans les organes de la transmission de mouvement.

1. Dans le IIe volume du *Traité des machines à vapeur*, nous donnons un locomobile de M. Rouffet, qui peut être considérée comme un fort bon modèle, et une machine également très-remarquable de M. Flaud, qui s'est acquis une juste réputation pour la construction des moteurs à vapeur à grande vitesse.

DESCRIPTION DE LA LOCOMOBILE DE MM. CAIL ET Cᵉ

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 3, PL. 6.

La fig. 1 montre cette machine extérieurement dans le sens de la longueur, la cheminée rabattue pour faciliter le transport de l'appareil.

La fig. 2 est un plan horizontal vu en dessus.

La fig. 3 est une section longitudinale et verticale passant par l'axe de la boîte à feu, de la chaudière tubulaire et du cylindre à vapeur.

GÉNÉRATEUR DE VAPEUR. — Les dispositions du foyer et la construction de la chaudière ont beaucoup d'analogie avec celles des machines locomotives. Comme dans celles-ci, la boîte à feu A est disposée au centre d'une enveloppe A', et sa plaque du fond *a* reçoit les tubes B, qui conduisent les produits de la combustion dans la boîte à fumée B', d'où ils s'échappent par la cheminée C.

La boîte à feu est cylindrique et composée de trois feuilles de tôle; celle du plafond ainsi que celle qui forme le devant et les côtés ont 13 millimètres d'épaisseur, tandis que la plaque du fond *a* en a 16 et est dressée pour recevoir les tubes, qui sont au nombre de vingt et ont 70 millimètres de diamètre intérieur. Cette plaque se raccorde avec les côtés latéraux par des bords arrondis.

La paroi faisant face à la plaque tubulaire *a* est percée d'une ouverture rectangulaire à coins arrondis fermée par la porte du foyer *a'*. La jonction entre la paroi de la boîte à feu et son enveloppe ou foyer extérieur A' est obtenue au moyen d'un cadre en fer *e*, rivé à l'intérieur et à l'extérieur, et fermant la capacité réservée à l'eau autour du foyer. Un robinet de vidange *e'* (fig. 1 et 2), muni d'une tubulure de raccord, est monté au-dessus de ce cadre pour vider au besoin complétement la chaudière, et un petit bouchon *b*, avec fermeture autoclave, est ménagé à la même hauteur pour le nettoyage.

Pour recevoir les escarbilles, le dessous de la grille E' est fermé par un cendrier F muni d'une porte sur le devant, afin de pouvoir l'ouvrir au besoin pour activer le tirage. Ce cendrier est réuni au foyer par des équerres en fer et des boulons *f*.

Le corps cylindrique D a $0^{m},718$ de diamètre intérieur, et est formé de feuilles de tôle de 9 millimètres d'épaisseur assemblées à recouvrement et réunies au moyen de rivets; l'extrémité de ce cylindre reçoit la plaque tubulaire *d*, renforcée par deux fers d'angle *d'* qui y sont rivés, et un espace libre de 40 centimètres de longueur est ménagé pour la boîte à fumée B', fermée par une porte en tôle à un seul battant *c* s'ouvrant latéralement sur des charnières.

Le devant de la capacité cylindrique verticale qui entoure le foyer, et qui forme le réservoir de vapeur A, est muni d'un trou d'homme E, du

niveau d'eau E' et de trois robinets de jauge c' (un seul est visible fig. 2), convenablement étagés pour permettre de reconnaître le niveau de l'eau. Latéralement est boulonné le robinet g, servant à volonté à interrompre ou à livrer passage à la vapeur du réservoir au cylindre moteur.

Le sommet sphérique qui ferme cette capacité est garni de la double soupape de sûreté G et du manomètre indicateur de pression G'.

Comme dans les machines locomotives, le corps cylindrique et l'enveloppe de la boîte à feu sont entièrement entourés de douves en bois recouvertes de feuilles de tôle minces maintenues par plusieurs cercles en fer g'.

Pour pouvoir donner à la cheminée une grande hauteur et par suite un bon tirage, les constructeurs l'ont divisée en trois tronçons C, C' et C^2, assemblés au moyens de colliers à charnières c^2, qui donnent la facilité de replier deux des tronçons l'un sur l'autre, comme l'indique la fig. 1, quand on désire transporter la machine.

Roues et avant-train. — Comme on le voit sur le dessin, l'ensemble de l'appareil est supporté par quatre roues. Les deux grandes H sont montées de façon à tourner librement aux deux extrémités d'un arbre carré en fer h, engagé dans de petites plaques de garde h' fixées à la chaudière. Des ressorts de suspension i permettent à cet arbre de s'élever et de s'abaisser sous la charge, en glissant dans des rainures pratiquées à cet effet dans les plaques de garde.

Une disposition semblable est appliquée pour la réunion de l'arbre h^2 des petites roues H'. Seulement, pour celles-ci, les boulons des ressorts de suspension i', au lieu d'être reliés directement à la chaudière, sont attachés à un avant-train mobile I. Ce dernier, au moyen d'un boulon central j (fig. 3) et de deux plateaux en fonte ajustés l'un au-dessus de l'autre, supporte l'extrémité de la chaudière par l'intermédiaire d'un cercle en forte tôle qui y est rivé.

Un fort boulon I', engagé dans des oreilles en fer fixées à cet avant-train, permet d'y attacher les flèches de l'attelage, lequel peut alors diriger le véhicule dans toutes les directions, puisque l'avant-train tourne librement sur son centre de mouvement j.

Moteur a vapeur.— Sur le corps cylindrique horizontal de la chaudière est fixée, par dix forts boulons j', vissés dans de petites plaques en fer rapportées intérieurement, une forte plaque en fonte J, servant de siége à tous les organes qui constituent le moteur, de telle sorte que, si on le désirait, on pourrait au besoin enlever la machine motrice de dessus son générateur et l'installer plus loin sur un massif.

Cette disposition, adoptée par un grand nombre de constructeurs, est très-avantageuse, en ce qu'elle permet d'établir une grande solidarité entre l'organe producteur de force, *le cylindre*, et l'organe récepteur, *l'arbre de la transmission de mouvement*.

Sur cette plaque, fondue avec les deux paliers J' qui reçoivent l'arbre

coudé et un évidement pour le passage de cet arbre, est d'abord fixé par quatre boulons le cylindre à vapeur K, fondu avec ses canaux d'introduction et d'échappement. Il est muni de sa boite K′, dans laquelle se meut le tiroir de distribution commandé par l'excentrique *k*, calé sur l'arbre moteur, et dont la barre, terminée par une fourche, vient s'attacher à la tête de la tige du tiroir. Cette tête, prolongée entre les bras de la fourche, glisse dans un guide k^2 qui lui assure un mouvement horizontal parfaitement rectiligne.

Un second excentrique *l*, calé près du premier, commande le tiroir de détente, mobile sur la table dressée du tiroir de distribution. La tige de ce dernier est reliée à une tête l' qui glisse dans un guide l^2, également fixé sur la plaque de la machine.

La position de ce tiroir de détente est réglée à l'aide du petit volant à main *m*, au moyen duquel on fait tourner la tige filetée, avec un pas à droite et un pas à gauche, pour recevoir deux écrous reliés aux deux petites plaques qui forment ce tiroir. En tournant le volant, on éloigne ou on rapproche simultanément les deux plaques, et, par suite, on modifie leurs positions relatives par rapport aux lumières du tiroir de distribution. Nous avons donné dans le 1er volume de notre *Traité des moteurs à vapeur* les détails de construction de ce système, que MM. Cail et Ce appliquent également aux machines fixes qu'ils construisent.

Le couvercle du cylindre à vapeur, qui est muni du presse-étoupe pour le passage de la tige m', supporte les extrémités des deux règles en fonte M, qui forment la glissière servant de guide à la tête m^2 de la tige du piston.

Cette glissière est soutenue à son autre extrémité par une petite arcade M′, venue de fonte avec la plaque d'assise J; et le boulon qui réunit les deux règles dressées avec cette arcade maintient en même temps un croissant L, destiné à recevoir la cheminée lorsqu'elle est repliée sur elle-même, quand on transporte la machine.

Sous la règle inférieure de la glissière est rapportée, au moyen de deux boulons, une petite cuvette en fonte L, destinée à recevoir l'excès de l'huile employée au graissage du coulisseau et de la boite à étoupe.

La vapeur arrive dans la boite de distribution par le tuyau arqué N, mis en communication avec le réservoir de vapeur par le robinet *g*, et son échappement du cylindre a lieu par le conduit *n* (fig. 3), auquel est relié le tuyau N′ (fig. 3) qui débouche dans le réchauffeur cylindrique B, placé sous la chaudière. La vapeur, pénétrant ainsi dans ce cylindre, circule autour du serpentin et s'échappe par le tuyau N^2, dans la cheminée d'appel, pour activer le tirage du foyer.

Le cylindre à vapeur est muni en dessus du robinet graisseur n', et en dessous, aux extrémités, de deux petits robinets purgeurs *o*, qui donnent issue à l'eau condensée dirigée dans le réchauffeur au moyen du petit tube en cuivre à deux branches O.

La pompe alimentaire O′ est fixée contre la paroi extérieure du cylindre à vapeur, du côté opposé à la boîte de distribution; son piston est actionné par la tige o' attachée directement à la tête m^2, formant le coulisseau de la tige du piston à vapeur p. Elle aspire l'eau froide par le tuyau P (fig. 2) et la refoule par le tuyau P′, en communication avec le serpentin P^2 renfermé dans le cylindre réchauffeur R, pour l'introduire dans la chaudière par le tuyau p' (fig. 1 et 3). Par sa circulation prolongée dans les spires P^2 du serpentin, l'eau se trouve longtemps en contact avec les parois chauffées par la vapeur qui s'échappe du cylindre; elle acquiert bientôt une haute température et se trouve alors refoulée dans cet état dans la chaudière.

Le mouvement alternatif de va-et-vient du piston est transmis à l'arbre moteur Q par la bielle à longue fourche Q′. Cet arbre est muni, en outre, des excentriques de distribution et de détente k et l et des deux poulies formant volant V, d'une petite poulie à gorge q (fig. 2) qui commande, au moyen d'une courroie, une poulie semblable, mais plus grande q', destinée à faire mouvoir le régulateur à boules.

Celui-ci ne diffère pas des appareils de ce genre; son axe vertical s, actionné par la petite paire de roues d'angle q^2, repose sur une crapaudine qui fait partie d'un support en fonte S, de forme elliptique, fixé par quatre boulons sur des bossages ménagés de fonte à cet effet au cylindre à vapeur. Les lentilles ne sont pas sphériques, mais seulement légèrement bombées, pour qu'en occupant moins de place elles ne touchent pas le support quand les branches s'écartent sous une accélération de vitesse.

Ce mouvement des branches articulées s, qui reçoivent les boules à leur extrémité, est transmis par les liens t à la douille embrassée par la fourchette du petit levier à contre-poids t'. Celui-ci fait osciller un petit arbre en fer horizontal sur lequel il est monté, et, par l'intermédiaire de tringles articulées u, fait mouvoir la petite valve régulatrice renfermée dans la tubulure qui reçoit le tuyau de prise de vapeur.

Six modèles correspondant aux forces de trois à vingt chevaux sont disposés de la même manière et munis exactement des mêmes organes que la machine que nous venons de décrire; elles n'en diffèrent que par les proportions.

Le tableau ci-contre donne les dimensions principales de ces six modèles.

RÉCHAUFFEURS DE L'EAU D'ALIMENTATION DES CHAUDIÈRES.

L'addition d'un réchauffeur d'eau d'alimentation à une chaudière à vapeur est depuis longtemps reconnue très-avantageuse. Les expériences faites récemment par MM. Burnat et Dubied au nom du comité de la Société industrielle de Mulhouse, et que nous avons relatées en partie plus haut, sont encore venues confirmer ce fait. Nous avons déjà parlé de ces appareils en donnant dans le XIe volume le réchauffeur de M. Cavé.

TABLE DES DIMENSIONS PRINCIPALES

DES MACHINES A VAPEUR LOCOMOBILES CONSTRUITES A L'ÉTABLISSEMENT J. F. CAIL ET Cᵉ.

FORCE EN CHEVAUX.						
DÉTENTE FIXE.........	3	5	7	10	15	20
DÉTENTE VARIABLE......	2	4	6	8	12	16
Générateurs à vapeur.						
Nombre de tubes[1].......	8	13	15	20	30	34
Longueur entre les plaques tubulaires.........	$1^{m}76$	$2^{m}02$	$2^{m}028$	$2^{m}40$	$2^{m}84$	$3^{m}047$
Diam. intérieur du foyer[2]..	$0^{m}450$	$0^{m}550$	$0^{m}630$	$0^{m}700$	$0^{m}800$	$0^{m}850$
Id. extérieur id.....	$0^{m}600$	$0^{m}712$	$0^{m}796$	$0^{m}868$	$0^{m}973$	$1^{m}024$
Épaisseur des plaques tubulaires...............	$15^{mill.}$	$15^{mill.}$	$16^{mill.}$	$16^{mill.}$	$17^{mill.}$	$17^{mill.}$
Épaisseur du corps.......	$7^{mill.}$	$8^{mill.}$	$8^{mill.}$ 1/2	$9^{mill.}$	$10^{mill.}$	$10^{mill.}$ 1/2
Id. du foyer intérieur...	$10^{mill.}$ 1/2	$12^{mill.}$	$13^{mill.}$	$13^{mill.}$ 1/2	$15^{mill.}$	$15^{mill.}$ 1/2
Id. id. extérieur...	$8^{mill.}$	$9^{mill.}$	$10^{mill.}$	$10^{mill.}$ 1/2	$11^{mill.}$ 1/2	$12^{mill.}$
Surface du foyer........	$0^{m.q}69$	$1^{m.q}07$	$1^{m.q}26$	$1^{m.q}88$	$2^{m.q}07$	$2^{m.q}26$
Id. des tubes.......	$2^{m.q}96$	$5^{m.q}53$	$7^{m.q}20$	$10^{m.q}10$	$17^{m.q}92$	$21^{m.q}81$
Id. totale..........	$3^{m.q}65$	$6^{m.q}60$	$8^{m.q}46$	$11^{m.q}98$	$19^{m.q}99$	$24^{m.q}07$
Id. par cheval.......	$1^{m.q}82$	$1^{m.q}65$	$1^{m.q}41$	$1^{m.q}50$	$1^{m.q}67$	$1^{m.q}50$
Dépense de vapeur en une heure avec détente aux 3/4	$23^{m.c}17$	$56^{m.c}62$	$86^{m.c}13$	$109^{m.c}09$	$183^{m.c}22$	$229^{m.c}26$
Production exigée pour cette dépense par mètre et par heure	$23^{k}52$	$26^{k}31$	$31^{k}31$	$28^{k}13$	$28^{k}10$	$29^{k}21$
Cylindre à vapeur.						
Diamètre du piston......	$0^{m}100$	$0^{m}130$	$0^{m}160$	$0^{m}180$	$0^{m}230$	$0^{m}260$
Course du piston........	$0^{m}200$	$0^{m}250$	$0^{m}280$	$0^{m}300$	$0^{m}350$	$0^{m}400$
Nombre de tours par 1'...	$200^{t.}$	$180^{t.}$	$170^{t.}$	160^{t}	140^{t}	$120^{t.}$

1. Le diamètre des tubes reste le même pour tous les modèles, c'est-à-dire fixé à $0^{m}070$, et leur épaisseur à $0^{m}003$.
2. Le diamètre intérieur du corps cylindrique est égal à celui du foyer correspondant à chaque force. — Les chaudières sont toutes timbrées à 6 atmosphères.

Deux systèmes bien distincts sont employés :

Dans le premier, l'eau est chauffée au moyen de la chaleur conservée à la fumée à la sortie des carneaux.

Dans le second, c'est la vapeur d'échappement du cylindre qui chauffe l'eau. Dans l'article du XIᵉ volume que nous venons de rappeler, nous ne nous sommes occupé que de ce dernier système; nous en avons formé deux classes : 1° les *réchauffeurs par surface*, dans lesquels l'eau froide, refoulée à travers des tubes ou dans la capacité qui les enveloppe, est échauffée par la vapeur circulant autour de ces tubes ou, contraire-

ment, les traversant; 2° les *réchauffeurs par contact*, dans lesquels l'eau qui doit servir à l'alimentation et la vapeur d'échappement sont amenées dans le même récipient. Ces derniers sont plus simples de construction, permettent de mieux utiliser le calorique, mais offrent l'inconvénient d'exiger une pompe alimentaire avec des dispositions spéciales pour refouler l'eau à une assez haute température (80° à 90°).

Les dispositions du réchauffeur appliqué par MM. Cail et Ce à leur locomotive rentrent, comme on voit, dans la première classe des appareils où l'eau froide est refoulée à travers des tubes pour être chauffée par la vapeur d'échappement introduite dans l'enveloppe qui entoure ces tubes.

Nous croyons intéressant de mentionner quelques-unes des dispositions du premier système dans lequel l'eau est chauffée par la fumée à la sortie des carneaux, système qui offre l'avantage sur le second de pouvoir être appliqué à des machines à vapeur à condensation.

Réchauffeur de M. Hirn. — Une des premières dispositions adoptées est celle de M. A. Hirn, qui dans le principe consistait en un tuyau en cuivre, contourné en spirale, placé verticalement dans une chambre annulaire. La fumée, en sortant des carneaux d'une chaudière à bouilleurs, était introduite dans la partie supérieure de cette chambre; un ventilateur en communication avec la partie inférieure de cette chambre aspirait la fumée, la forçait à se mouvoir dans la chambre de haut en bas, et la rejetait ensuite dans la cheminée; enfin l'eau d'alimentation arrivait dans le bas du serpentin, et, cheminant en sens inverse de la fumée, sortait par l'orifice supérieur pour se rendre dans la chaudière.

L'application de cet appareil fit reconnaître que son principe était très-rationnel, mais qu'il avait besoin de modifications dans son exécution. C'est ainsi qu'on arriva à supprimer le ventilateur, à remplacer les tuyaux en cuivre, qui se détérioraient rapidement, par des tuyaux en fonte, et enfin à disposer l'appareil sous la chaudière au lieu de l'emplacement spécial qu'il occupait entre la chaudière et la cheminée.

Cette dernière disposition a été appliquée par M. Marozeau, ingénieur chez MM. Gros, Odier, Roman et Ce, de Wesserling, à une chaudière cylindrique horizontale à trois bouilleurs, dont le dessin complet a été donné dans le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*.

Les fig. 4 et 5 de la pl. 6 représentent en section longitudinale et transversale les dispositions de ce système de chauffeur, seulement nous avons mis la moitié moins de tubes dans le même plan et nous les avons indiqués moins longs; les cotes donnent les véritables dimensions.

Dans ce système, au sortir du foyer, la flamme lèche le dessous des bouilleurs, puis, après avoir fait le tour du corps cylindrique, elle descend dans le réchauffeur, composé de quatre rangées superposées de tubes T, formées chacune de six tubes en fonte placés à côté les uns des autres, et que nous n'avons supposé que de trois sur la fig. 5.

Ces tuyaux ont 0m,100 de diamètre intérieur et 0m,120 extérieure-

ment. Ils sont préalablement essayés à une pression de 15 atmosphères. Les brides d'assemblage sont dressées avec soin et les joints faits au mastic noir. L'air chaud, dirigé dans sa marche par les cloisons horizontales P, formées par des plaques en fonte à recouvrements juxtaposés qui reposent sur les tuyaux, marche en sens inverse de l'eau d'alimentation, laquelle est introduite par le tuyau *d* dans le tube *t*, qui la dirige à la fois dans les six tuyaux inférieurs du réchauffeur.

En général, dans l'établissement de Wesserling, l'eau d'alimentation gagne 90 à 100 degrés dans son passage à travers les réchauffeurs, quelle que soit sa température initiale. L'effet utile pratique de ces appareils varie entre les 13,8 et 17 pour 100 de l'effet total[1].

Réchauffeur de M. Green. — Les appareils réchauffeurs sont bien connus en Angleterre ; l'une des dispositions les plus répandues est celle de M. Green. Cet appareil a ceci de particulier qu'il présente une surface constamment exempte de suie. Il se compose de deux caisses en fonte de plusieurs mètres carrés de surface, placées l'une sur le fond, l'autre au ciel d'un vaste carneau qui réunit les produits de la combustion de plusieurs chaudières. Ces caisses sont reliées par un grand nombre de tubes verticaux placés dans la direction parcourue par les gaz chauds. Des anneaux ou bagues placés sur chaque tuyau nettoient parfaitement sa surface extérieure, en montant et en descendant mécaniquement et d'une manière continue le long de tous les tubes.

Réchauffeur de M. Falguière. — A l'Exposition de Bordeaux, en 1859, MM. Falguière et Cᵉ, de Marseille, avaient envoyé une machine locomobile de 10 chevaux, munie d'un réchauffeur au moyen duquel l'eau était portée à une température d'environ 70°.

Les fig. 6 et 7 représentent en section verticale et horizontale le réchauffeur appliqué à cette machine. Dans cet appareil, l'eau est chauffée, comme dans les deux systèmes précédemment décrits, par la fumée sortant des tubes et avant son échappement dans la cheminée.

A cet effet, il est composé d'un cylindre A fondu avec une forte nervure à T qui permet de le fixer verticalement au moyen de boulons à écrous contre la cheminée. Deux tuyaux T et T′ établissent une communication entre celle-ci et l'intérieur du cylindre A, et une cloison

1. M. Marozeau a communiqué à MM. Dubied et Burnat les observations suivantes :
L'application des réchauffeurs aux chaudières à bouilleurs donne une économie évidente; mais ils ont encore un avantage d'une grande importance quand les appareils ont pour objet de fournir la vapeur au moteur.

L'eau injectée dans la chaudière y arrivant à une température très-voisine de la vaporisation, il n'y a plus de ces refroidissements brusques qui abaissent ordinairement la tension de la vapeur pendant l'alimentation, surtout quand cette alimentation est intermittente, comme cela a lieu le plus ordinairement.

Enfin le matin, à la reprise du travail, le réchauffeur contient un volume d'eau chaude qui favorise beaucoup la mise en train.

horizontale p ferme la cheminée près du tuyau inférieur T, de telle sorte que les produits de la combustion sont obligés de passer par ce tuyau, d'entrer dans le cylindre, de traverser les tubes en cuivre rouge t' et, pour s'échapper par la cheminée, de sortir par le tuyau T'.

Les petits tubes t' sont fixés à deux disques en fonte reliés au couvercle du cylindre par quatre boulons à tête b, qui traversent un même nombre de tubes en fer t, d'un diamètre un peu plus grand que ceux en cuivre t'. Au centre, un tube, également en fer, laisse passer librement un fort boulon B destiné à relier les deux fonds du cylindre. Ces dispositions ont pour but de faciliter le démontage de l'appareil pour en effectuer aisément le nettoyage.

L'eau, refoulée par la pompe alimentaire, pénètre par le tuyau d à la partie inférieure de la capacité comprise entre les deux disques qui reçoivent les tubes. Cette eau, avant de se rendre dans la chaudière par le tuyau d', entoure les tubes, et, la fumée qui les traverse les maintenant à une haute température, ils échauffent l'eau par contact.

Des expériences faites sur une locomobile de M. Falguière munie d'un appareil de ce genre ont donné :

Nombre de tours par minute..................	95^{t},
Force en chevaux..........................	$10^{ch},67$,
Combustible consommé par cheval et par heure..	$2^{k},67$,
Eau vaporisée par kilog. de houille............	10^{kil},

résultats réellement très-avantageux et qu'il est difficile d'obtenir avec des machines de ce genre.

DESCRIPTION DE LA LOCOMOBILE DE M. GACHE AINÉ

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 4, PL. 7.

M. Gâche, dont nous avons eu souvent l'occasion de mentionner les intéressants travaux, principalement au sujet des machines marines, a cherché à apporter quelques modifications radicales dans la construction des locomobiles à vapeur :

1° En disposant le cylindre moteur sous la chaudière, afin de pouvoir utiliser les deux grandes roues de l'arrière du véhicule comme volant et en même temps éviter en partie, en plaçant la puissance motrice plus près du sol, les vibrations de ces machines, qui ne peuvent être fixées solidement sur un massif, comme les moteurs ordinaires.

2° En faisant l'application de deux cylindres à vapeur, placés dans le même axe, à la suite l'un de l'autre, de façon que la même tige reçoive les deux pistons et qu'il n'y ait qu'une seule bielle de transmission de mouvement; disposition qui permet, comme on sait, d'utiliser la vapeur plus complétement en la faisant passer d'un petit cylindre

dans le grand, tout en assurant une plus grande régularité dans le mouvement du moteur.

On pourra aisément se rendre compte de ces dispositions particulières, et de celles de la pompe alimentaire qui refoule dans la chaudière l'eau chauffée par la vapeur d'échappement, à l'aide des fig. 1 à 4 de la pl. 7 et de la description qui suit.

La fig. 1 représente la machine complète en section verticale.

La fig. 2 en est une vue par bout du côté du foyer.

La fig. 3 est une section transversale faite par la chaudière et les canaux de distribution des cylindres à vapeur, suivant la ligne 1-2.

La fig. 4 est une section horizontale de ces cylindres et des organes principaux de la transmission.

Générateurs de vapeur. — La chaudière est composée d'un corps cylindrique en tôle A renfermant la boite à feu B, muni de six tubes en laiton C qui débouchent dans la boite à fumée D. La cheminée C′, montée sur cette dernière, est formée de deux tronçons qui s'assemblent à charnière au moyen du collier *c*, ce qui permet de coucher la partie supérieure sur le dôme de prise de vapeur E, muni à cet effet d'un croissant *c′* pour la recevoir.

Ce dôme, ainsi que la chaudière, est entouré de matières non conductrices recouvertes par une enveloppe en tôle très-mince. Un trou d'homme, fermé par un bouchon autoclave E′, est ménagé au-dessus du dôme qui est garni de deux soupapes de sûreté *e* (fig. 2), du manomètre métallique *e′*, du niveau d'eau F et des deux petits robinets d'épreuves *f* et *f′*.

La boite à feu B, cylindrique en dessus dans toute sa longueur, se raccorde en dessous avec une partie rectangulaire qui reçoit la grille B′, et son cendrier fermé par la porte à deux battants *b*. La bouche du foyer est fermée par la porte *b′*, montée sur une tubulure en fonte qui saillit sur la paroi extérieure de l'enveloppe de la boite à feu. Une porte D′ est également ajustée à la boite à fumée pour effectuer le nettoyage des tubes quand cela est jugé nécessaire.

Roues et avant-train. — Les moyeux et la jante des roues G et G′ sont en fonte et les bras en fer rond ; ceux-ci sont engagés dans des mamelons venus de fonte avec la jante et le moyeu. Les mamelons fondus avec ce dernier sont disposés de façon à représenter alternativement à droite et à gauche, de telle sorte que les bras se trouvent inclinés inversement de deux en deux par rapport au plan de la jante.

Les petites roues G tournent librement aux extrémités de l'essieu en fer carré *g*, engagé dans une traverse en bois *g′* à laquelle sont reliés les brancards H, et une couronne en bois *h* recouvert d'une forte épaisseur de tôle. Sur celle-ci repose une couronne semblable en métal *h′*, reliée par deux fers corniers rivés au-dessous de la boite à feu, laquelle est en outre munie d'une douille en fonte *i* (fig. 1), qui reçoit la cheville ou-

vrière, fixée par sa chape i' à la traverse g' de l'essieu. Par ces combinaisons l'avant-train peut tourner et obéir à l'impulsion qui lui est donnée dans des directions diverses.

Les deux grandes roues G', devant servir à la fois comme volants et poulies de transmission, sont calées sur l'arbre I. Cet arbre est en deux pièces supportées chacune par deux paliers I', fondus avec une sorte de caisse I^2 formant un bâti, et servant à relier tout le système à la chaudière par l'intermédiaire d'un cadre J (fig. 3), fondu avec un collier qui entoure sa demi-circonférence.

Lorsque la machine fonctionne, et que, par conséquent, les roues G' doivent tourner sans toucher le sol, le bâti I^2, et naturellement avec lui la chaudière, restent soulevés par les côtés latéraux d'une caisse J', servant de réservoir à l'eau d'alimentation. Ces côtés latéraux sont en fonte pour présenter plus de solidité, tandis que ses autres parois sont en tôle, et des cales en bois j et j' sont placées de chaque côté, les unes sur le sol et les autres entre le bord supérieur et le dessous du bâti.

Quand, au contraire, la machine doit être transportée, on retire les cales j et j', on laisse les roues toucher le sol et l'on suspend la caisse par derrière la boîte à fumée, dans la position J^2, indiquée en lignes ponctuées fig. 1.

Moteurs a vapeur. — Les deux cylindres à vapeur K et k sont fondus d'une seule pièce dans le prolongement l'un de l'autre, de sorte qu'ils se trouvent dans le même axe ; ils sont renfermés dans une même enveloppe K', fixée au moyen d'oreilles et de boulons k' sous le corps cylindrique de la chaudière.

Deux pistons moteurs P et p sont fixés sur une même tige t, qui traverse deux presse-étoupes à ressorts métalliques : l'un est vissé avec son chapeau dans la paroi du fond qui sépare les deux cylindres, l'autre est boulonné au couvercle rapporté du petit cylindre.

Avec l'enveloppe est fondue la boîte dans laquelle se meut le tiroir de distribution l, qui glisse sur une plaque dressée, ménagée à la fonte des cylindres avec les canaux d'introduction et d'échappement.

Le même tiroir opère la distribution dans les deux cylindres ; ses lumières et ses conduits sont disposés de telle sorte que l'introduction de la vapeur, venant du générateur par le tuyau L, pénètre d'abord dans le petit cylindre, et, après avoir produit son action sur le piston p, se rend dans le grand cylindre, sur le piston P duquel elle agit ensuite en se dilatant. Avec l'enveloppe sont encore fondus les guides L', maintenant la tige des pistons dans une position rectiligne au moyen de la glissière m. Le guide inférieur l' est creux pour servir de conduit d'évacuation à la vapeur à sa sortie du grand cylindre.

Le mouvement de va-et-vient des pistons est transmis à l'arbre moteur I par la bielle M, reliée d'un bout à la fourche de la glissière, et, du bout opposé, à deux plateaux en fonte M' (fig. 1 et 4), formant mani-

velle, et, à cet effet, calés sur l'arbre I. Un boulon un peu conique m' sert d'attache ou de bouton, et permet de rendre aisément indépendant le mouvement des roues G′ de la bielle motrice quand la machine doit être transportée.

Une soupape *s* (fig. 3), que l'on manœuvre à l'aide du petit volant à main *v*, est montée sur la boîte de distribution pour permettre d'établir ou d'interrompre à volonté l'arrivée de la vapeur dans l'intérieur de cette boîte. Une soupape semblable s' est disposée sur le conduit d'évacuation de la vapeur.

La tige *n* (fig. 4), du tiroir de distribution *t*, est commandée par un excentrique dont le collier est fixé sur l'arbre I au moyen d'une clavette retenue par une vis. Il suffit de desserrer cette vis pour dégager la clavette, et, par suite, décaler l'excentrique, lequel alors n'actionne plus le tiroir de distribution. Cette manœuvre est nécessaire, ainsi que nous l'avons dit au sujet du bouton des manivelles, chaque fois que l'on transporte la machine, afin d'éviter que ce soit l'arbre qui fasse mouvoir les organes du moteur à vapeur, contrairement à ce qui doit avoir lieu.

La pompe alimentaire N est à double effet; elle est fixée horizontalement dans l'intérieur d'une capacité N′ ménagée sous le bâti I^2, et elle se trouve en communication directe avec le canal d'évacuation t', afin que la vapeur qui s'en échappe la traverse avant de sortir dans la cheminée pour activer le tirage par le tuyau T (fig. 1). Dans ce petit réservoir s'opère la condensation partielle de la vapeur mise en contact avec l'eau d'alimentation qu'elle réchauffe.

A cet effet, la pompe, par l'action combinée de ses deux boîtes à soupapes *r* (fig. 3), aspire l'eau du réservoir inférieur J′, la rejette dans le petit réservoir N′, puis la reprend pour la refouler dans la chaudière.

Le mouvement est transmis au piston de la pompe au moyen de deux petites tringles méplates *u*, boulonnées à la glissière.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A VAPEUR TRANSPORTABLE DE M. GARGAN

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 5 A 10 DE LA PL. 7.

Les machines de M. Gargan, qui peuvent être indifféremment montées sur roues, ou, comme nous l'avons indiqué sur notre dessin, sur des supports en fonte, sont d'une bonne fabrication courante. Ce constructeur a surtout cherché à simplifier autant que possible le mécanisme et à rendre la conduite de l'appareil facile, en mettant toutes les pièces à la portée du conducteur.

Le cylindre est fondu avec le réservoir de vapeur, comme dans la machine de M. Bréval (donnée dans le tome XI), ce qui est à la fois simple de construction et parfait comme résultat. La détente est variable à la

main, et le modérateur agit sur le boisseau intérieur du robinet de mise en train. La pompe alimentaire est placée sur le même axe dans le prolongement du cylindre à vapeur. Par cette disposition, le piston sert de guide à la tige motrice, ce qui supprime les guides et glissières. Le foyer du générateur est très-grand, et permet par suite d'employer indistinctement comme combustible des débris de bois et sciures, copeaux, poussier de coke et tourbes. Pour brûler la houille, on peut le diminuer par l'application de briques réfractaires sur la grille et contre les parois.

Les surfaces de chauffe sont supérieures à celles des générateurs de ce genre, et l'alimentation est faite par de l'eau chauffée par le passage des gaz et de la fumée dans la boîte à fumée qui est enveloppée d'eau.

La fig. 5 représente en section longitudinale une locomobile du système de M. Gargan de la force de 6 chevaux.

La fig. 6 en est une projection latérale vue du côté du foyer.

La fig. 7 est un détail en coupe de la boîte à feu.

La fig. 8 montre l'enveloppe du cylindre à vapeur extérieurement, du côté du tiroir de distribution.

Les fig. 9 et 10 font voir en sections verticale et horizontale, à une échelle double des figures précédentes, au 1/10 de son exécution, le cylindre à vapeur, son enveloppe et les tiroirs de distribution et de détente.

Chaudière a vapeur. — Le corps cylindrique A de cette chaudière est formé de feuilles de tôle de 10 mill. d'épaisseur; la plaque d'arrière a 11 mill. et reçoit 13 tubes C, en laiton de 62 mill. 1/2 de diamètre extérieur et de 2 mill. 1/2 d'épaisseur. Les parois de la boîte à feu B ont 11 mill. 1/2 d'épaisseur et la plaque tubulaire d'avant 13 mill.

Les barreaux de la grille B′ sont supportés d'un bout par une équerre en fonte *b*, et du bout opposé par un petit retour d'équerre venu de fonte avec une forte plaque A′, boulonnée sur le devant de la boîte à feu et disposée pour recevoir la porte du foyer *b′*.

Au-dessus de cette plaque est ménagé un trou d'homme fermé par un bouchon autoclave *c*; à droite est placé le niveau d'eau F, et à gauche les trois robinets d'épreuves *f*. La plaque d'arrière est également munie d'un trou d'homme *c′*, pour servir, conjointement avec celui *c*, au nettoyage de la chaudière.

La boîte à fumée D, fermée par la porte D′, est entourée par une grande caisse rectangulaire E, qui est traversée par la cheminée C, et dans laquelle on fait arriver l'eau devant servir à l'alimentation de la chaudière. Tout l'ensemble de l'appareil est supporté à l'avant et vers l'extrémité, dans l'axe de l'arbre de transmission, par de forts pieds en fonte *a*, et à l'arrière par des pieds semblables *a′*, mais plus petits, boulonnés contre les parois de la caisse à eau E.

Moteurs a vapeur.— Le cylindre à vapeur G est fondu d'une seule pièce, comme nous l'avons dit, avec le réservoir de vapeur G′, fixé sur la chau-

dière au moyen de boulons que traversent de larges brides qui épousent sa forme cylindrique. Les deux fonds sont rapportés : l'un reçoit le robinet de graissage g, l'autre est muni du presse-étoupe g', qui livre passage à la tige h du piston p.

Cette tige traverse une douille h' forgée avec deux mentonnets qui reçoivent les coussinets en bronze de la bielle à fourche H, dont la tête est montée sur l'arbre coudé I de transmission de mouvement. La tige h prolongée pénètre dans le corps de pompe J pour faire l'office de piston à eau, et en même temps servir de guide au piston à vapeur en assurant son mouvement rectiligne de va-et-vient [1].

La pompe a sa soupape d'aspiration qui prend l'eau, par le tuyau J', à la partie inférieure du réservoir E, et sa soupape de refoulement j, qui l'introduit dans la chaudière.

L'arbre moteur I est supporté par deux forts paliers I', fondus chacun avec un large patin cylindrique en dessous pour venir s'appliquer sur la chaudière, à la paroi de laquelle ce patin est boulonné solidement. Cet arbre est muni de l'excentrique qui commande le tiroir de distribution, et de deux volants V, dont la jante est tournée, pour former poulies; leur moyeu v est fondu plus large, et est également tourné de façon à pouvoir au besoin faire aussi l'office de poulie.

La vapeur, pour passer du réservoir G' dans la boîte de distribution k, est obligée de traverser le robinet de mise en train k' (fig. 6, 8 et 9), que le conducteur de la machine ouvre et ferme à l'aide de la manette l, pour mettre la machine en marche ou arrêter son fonctionnement.

La clef de ce robinet reçoit une seconde clef dont la tige traverse un presse-étoupe ménagé dans l'intérieur de son carré, pour se relier à un petit levier l' commandé par le modérateur [2].

Par ce moyen, celui-ci, en faisant tourner plus ou moins la seconde clef, la première étant complétement ouverte, laisse pénétrer dans le tiroir de distribution la vapeur en quantité plus ou moins grande, et, par suite, règle son admission dans le cylindre. Voici comment la relation du mouvement des boules du modérateur avec le levier l' est établie :

La douille m, mobile sur l'arbre vertical du modérateur M, est embrassée par une fourche en communication, au moyen de la tige m' (fig. 6), avec l'une des extrémités d'un petit arbre horizontal n, dont l'extrémité opposée est munie d'une petite manivelle qui, par les tringles méplates n' (fig. 6 et 8), est reliée avec le levier l', monté sur la tige de la clef intérieure du robinet k'.

1. M. Gargan a imaginé récemment un appareil très-simple et très-ingénieux destiné à régler automatiquement l'alimentation des générateurs. Nous en avons donné le dessin et la description dans le 1er vol. des *Moteurs à vapeur.*

2. Le XIIIe volume contient, au sujet de l'étude spéciale sur les obturateurs de tous genres, ce robinet dessiné à une grande échelle.

Le tiroir de distribution *r*, entouré par un cadre en fer commandé par la tige R (fig. 9 et 10), est fondu avec deux joues dans le sens de sa longueur, sur lesquelles agissent, pour le maintenir en contact sur le siége des canaux de circulation de la vapeur dans le cylindre, deux dés en bronze poussés par des ressorts à boudin. Ces ressorts sont logés dans des bossages *r'*, ménagés au couvercle de la boite qui renferme tout le mécanisme de la distribution. Entre les joues est ajusté le tiroir de détente *s*, maintenu sur celui *r* par des ressorts méplats qui s'appuient contre un rebord d'équerre ménagé à cet effet dans l'épaisseur des joues.

Enfin, comme dans la distribution du système Farcot, une petite camme, disposée au milieu du tiroir de détente, limite sa course, par rapport au tiroir de distribution qui l'entraîne dans sa marche, et, par suite, modifie la position des orifices qui donnent accès à la vapeur dans le cylindre.

La camme peut être réglée dans différentes positions, qui correspondent à des détentes de 1/5, 1/4, 1/3 ou 1/2 de la course du piston, au moyen du levier à manette L, munie d'une pointe à vis qui permet de fixer ce levier dans ces positions diverses, lesquelles sont indiquées sur un secteur S, fixé au couvercle de la boîte de distribution.

Le réservoir de vapeur est muni de deux soupapes de sûreté *s*, maintenues fermées par des ressorts à boudin enfermés dans des tubes, ainsi qu'il est d'usage de le faire dans les locomobiles, et la tension de la vapeur dans la chaudière est indiquée par le manomètre *u*, monté près de ce réservoir.

MM. Gargan et Cᵉ ont livré une grande quantité de machines de ce genre de différentes forces dans les gares de chemins de fer des lignes de l'Ouest, de Victor-Emmanuel, de Rome à Civita, etc., pour l'alimentation desdites gares, dans lesquelles elles commandent, directement ou par des intermédiaires, des pompes à élever l'eau. Beaucoup aussi sont employées dans l'industrie privée, en France, en Italie, en Russie et en Égypte, pour actionner des scieries, des moulins et des élévateurs d'eau pour des irrigations artificielles. Dans toutes ces applications, ces machines ont donné de bons résultats, et, alimentées par toute espèce de combustibles, ont toujours fonctionné régulièrement, sans amener aucun chômage qui fût une conséquence des dispositions ou de la construction imparfaites des appareils.

APPAREILS

PERFORATEURS MÉCANIQUES

DESTINÉS A PERCER LES TROUS DE MINE DANS LA ROCHE

SYSTÈME A PERCUSSION

PAR M. SOMMEILLER

INGÉNIEUR, DIRECTEUR DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, A TURIN

SYSTÈME ROTATIF

Par MM. SCHWARTZKOPF et PHILIPPSON, constructeurs à Berlin

(PLANCHE 8)

Les appareils perforateurs mécaniques destinés à remplacer le travail manuel des carriers, des mineurs et, en général, des ouvriers qui percent des trous de sonde pour ouvrir des galeries ou des tunnels, sont peu répandus et, par suite, leurs dispositions peu connues. Nous croyons donc que l'on ne lira pas sans intérêt la description détaillée des ingénieuses machines de MM. Sommeiller, Schwartzkopf et Philippson, représentées sur la pl. 8; mais, afin de mieux faire apprécier les perfectionnements notables apportés par ces ingénieurs dans la construction et le fonctionnement de ces nouveaux appareils, nous croyons utile de dire quelques mots sur les principales machines de ce genre essayées ou proposées à diverses époques pour effectuer un travail analogue.

Parmi les nombreux appareils inventés pour percer des galeries ou des excavations dans les roches, exploiter la houille, les pierres ou percer des tunnels, les uns travaillent par voie de percussion ou de pénétration pour percer simplement des trous de mine destinés à recevoir la poudre dont l'explosion doit déterminer la rupture de la paroi attaquée; d'autres travaillent par voie de trituration, de pression ou de découpage, dans le but de désagréger la matière pour ouvrir directement des galeries dans les roches dures sans l'emploi de la poudre.

Quoique notre étude ait plus particulièrement pour objet le premier système de machines, étant celui qui jusqu'à présent a donné, relative-

ment, les meilleurs résultats pratiques, nous n'en dirons pas moins quelques mots du second, pour faire mieux ressortir les difficultés que l'on rencontre dans l'opération du percement d'un tunnel, difficultés tellement grandes et multiples que la plupart des moyens mécaniques inventés jusqu'ici ont dû être abandonnés comme ne présentant pas d'avantages sérieux sur les procédés manuels.

Nous croyons que, en dehors des petites machines à leviers articulés, à engrenages ou à cammes, plutôt outils que machines proprement dites, c'est à M. Cavé que l'on doit l'un des premiers appareils automoteurs à forer par percussion. Cet appareil, d'une disposition simple et pratique, a été breveté en octobre 1851; il consiste en un cylindre dans lequel peut se mouvoir un piston mû par l'air comprimé qui est distribué par des canaux latéraux, alternativement devant et derrière, pour obtenir, comme dans une machine à vapeur, son mouvement de va-et-vient. La distribution est effectuée par une sorte de robinet à orifices multiples que l'ouvrier mineur manœuvre à la main[1].

La tige prolongée de ce piston, qui a une longue course dans le cylindre, est munie du foret qui attaque la roche en agissant par percussion, comme des coups de marteau successivement répétés. Pour que l'appareil puisse résister à ces chocs, les conduits du cylindre sont disposés de telle sorte qu'au lieu d'établir la sortie de l'air par les mêmes conduits qui servent à l'introduction, on a, au contraire, ménagé près de ceux-ci d'autres conduits latéraux qui ne débouchent pas aux extrémités, de façon à laisser une portion de l'air ayant produit son effet sous le piston, entre ce dernier et le fond du cylindre, et de former ainsi un matelas élastique naturel, qui retient le piston au moment où il arrive à la fin de sa course et l'empêche de frapper contre les fonds du cylindre.

En Amérique, plusieurs machines ont été appliquées pour remplacer le travail manuel dans le percement des tunnels. C'est ainsi que, pour prolonger le chemin de fer de Troy à Buston, à travers le mont Hoosac, les entrepreneurs ont fait établir, en 1852, une énorme machine à percer le rocher, qui consistait en un système de fortes rames fixées à un bâti mobile muni d'un arbre de couche terminé par un foret ou perçoir de 0m 125 de diamètre. Sur cet arbre était calé une sorte de tambour, de 7m50 de diamètre, garni à sa circonférence de ciseaux qui, en tournant, brisaient la roche pour former une entaille de tout le diamètre que devait avoir le tunnel.

Quand l'entaille était reconnue suffisamment profonde, on faisait reculer la machine et on chargeait le trou central de poudre pour faire sauter la mine. On enlevait ensuite les éclats de roche et on reprenait l'opération.

Les outils étaient animés d'une vitesse de 5 à 6 révolutions par minute et pénétraient de 2 à 3 mill. par révolution dans la roche de quartz et de micaschiste, mais ils s'émoussaient rapidement; de plus, les manœuvres pour faire avancer ou reculer la machine et l'enlèvement des déblais présentaient de graves difficultés.

M. Dumas, à la Voulte (Ardèche), s'est fait breveter, en décembre 1852, pour un appareil à percer les roches, d'une disposition beaucoup plus simple et au

1. Le dessin et la description détaillée de cet appareil sont donnés dans le vol. IIIe du *Génie industriel*, année 1852.

moins aussi ingénieuse. La pièce principale de l'appareil se composait de deux segments de cercle égaux reposant parallèlement sur des rails en fer faisant partie d'un petit bâti mobile. L'une des extrémités de l'arc de chaque segment était munie d'une pédale, et l'extrémité opposée d'un contre-poids; le centre était relié à une longue tige qui recevait l'outil perceur. En appuyant sur la pédale, l'ouvrier mineur faisait osciller le segment dont la circonférence appuyait sur le rail; il en résultait naturellement un mouvement en arrière du centre du segment et par suite de la tige porte-outil. En cessant en ce moment d'appuyer sur la pédale, le contre-poids pouvait agir pour faire osciller le segment en sens inverse et ramener ainsi rapidement l'outil avec une vitesse croissante contre la roche. Des leviers, convenablement disposés pour être à la portée de l'ouvrier, lui permettaient en outre de faire tourner les outils pour leur pénétration.

A l'exposition universelle de New-York, en 1853, M. Jenks, ingénieur à Boston, avait envoyé une machine à forer les trous de mine[1] qui, paraît-il, a donné des résultats assez avantageux. Cette machine se compose de deux balanciers en fonte, reliés par des entretoises et montés sur un même tourillon autour duquel ils peuvent osciller librement. Ce tourillon repose sur des coussinets montés dans les coulisses d'un bâti vertical, de façon à pouvoir occuper sur ce bâti des hauteurs variables à volonté. Une tige en fonte portant le trépan est placée entre les deux balanciers; elle est composée de plusieurs pièces, peut tourner au moyen d'un mécanisme en encliquetage, et se déplace horizontalement pour faire percuter l'outil sur la roche. Ce mouvement est communiqué par deux cammes à développante et à chute rapide, fixées sur l'axe du balancier. Un fort cylindre en caoutchouc est disposé derrière la tige pour atténuer les chocs. Le moteur de l'appareil est une machine à vapeur, disposée avec sa chaudière sur le même châssis en bois qui sert de patin ou de socle à toutes les pièces dont cet appareil est composé[2].

Vers 1855, M. Mauss, ingénieur bien connu pour son installation du plan incliné de Liége, proposa un nouveau perforateur qui agissait par voie de percussion et brisait la roche en petits fragments à l'aide de coins. Cet appareil opérait moins rapidement que la mine, mais présentait l'avantage de ne point nécessiter une ventilation aussi énergique à l'intérieur de la galerie, comme cela est indispensable pour évacuer les gaz développés par la poudre. Cet appareil était actionné au moyen de roues hydrauliques et par l'entremise de cordes et de poulies.

Après M. Mauss, M. Colladon, ingénieur très-distingué, professeur de mécanique à Genève, prit un brevet d'invention en France, le 30 juin 1855, pour l'ensemble d'un appareil destiné non-seulement à perforer des trous de mine, mais encore à ventiler et régler la température dans les galeries. Dans ce système, la puissance motrice fait mouvoir l'outil excavateur, et l'air est comprimé

1. Ces renseignements sont donnés dans un ouvrage de M. G. Lambert, ingénieur des mines de Belgique. Un brevet a été pris dans ce pays pour cette machine, à la date du 24 novembre 1854.

2. D'après l'auteur, cette machine, lancée à la vitesse de 100 à 150 coups par minute, avec une force de 3 chevaux, peut forer un trou de 10 à 15 centimètres de diamètre, à raison de 1m20 de profondeur par heure dans du granit de Quincy, aussi dur que la plupart des grès que l'on rencontre dans les mines.

par des pompes au moyen d'un moteur hydraulique ou d'une machine à vapeur située en dehors du tunnel : un tube métallique à coudes articulés, pouvant s'allonger ou se raccourcir, est monté sur des galets qui facilitent son déplacement dans toute la longueur de la galerie; il sert de conducteur au fluide moteur qui traverse un double appareil, nommé régulateur de la température. La ventilation complète du tunnel et l'arrivée d'un air sec et frais à son extrémité interieure se trouvent réalisées par le jeu du récepteur pneumatique, qui laisse échapper dans le tunnel l'air comprimé qui a agi sur les organes mobiles. L'excavateur proprement dit présente des dispositions analogues à celles d'une machine à vapeur, montée sur un chariot à 6 roues. La tige du piston actionne un arbre à manivelle muni de cammes, destinées à faire mouvoir les outils[1].

Également en 1855, M. T. Bartlett prit une patente pour un appareil perforateur locomobile, composé de deux cylindres placés dans le même axe à la suite l'un de l'autre. A côté de la tige du piston du premier cylindre, ou *cylindre à vapeur,* est fixée une seconde tige munie également d'un piston fonctionnant dans le second cylindre, ou *cylindre pneumatique.* Dans ce second cylindre fonctionne un troisième piston, à la tige duquel est fixé l'outil perceur. Entre les deux pistons qui se meuvent dans ce cylindre, il y a une certaine quantité d'air comprimé par l'action du piston à vapeur. Cet air, agissant comme le ferait un ressort, chasse à fin de course le fleuret avec force sur la roche; lors du mouvement en retour, une portion de cet air s'échappe par une soupape. Le troisième piston, sous l'influence du vide ainsi obtenu, rétrograde, mais. arrivé à la limite de sa course, une lumière livre passage à une petite quantité d'air égale à celle qui s'est échappée. Toutes ces opérations sont combinées pour que l'outil puisse frapper de 200 à 300 coups par minute.

M. H. N. Penrice, en 1856, s'est fait breveter en Angleterre, en France et en Belgique, pour une machine à forer le roc, laquelle repose sur le même principe d'action que celle essayée en Amérique. Cette machine, destinée à percer une galerie cylindrique de 2^{m} de diamètre, est pourvue d'une sorte de pioche ou boucharde multiple, armée de pointes et de ciseaux d'acier, et est reliée au piston d'une machine à vapeur ou à air comprimé qui, par sa force expansive, chasse en avant cet outil contre la roche. Son fluide moteur, vapeur ou air, est introduit dans le cylindre par un tiroir de distribution équilibré, manœuvré par une petite machine à vapeur, dite petit cheval. La tête, armée de pointes, frappe la roche suivant une succession de petits coups, et en même temps tourne lentement au moyen d'une roue hélicoïde et d'une vis sans fin commandée par un rochet qui agit au retour de la tête. Ce rochet est actionné par le petit cheval qui, en même temps, fait avancer peu à peu la machine par l'intermédiaire d'une longue vis, cheminant dans un fort écrou. Celui-ci est fixé à un support arrêté par des boulons implantés dans la roche. Sous la machine est disposé un mécanisme composé d'une série de lames articulées, animées d'un mouvement alternatif de va-et-vient communiqué par le petit cheval. Ces lames font l'office de ramasseur pour entraîner et jeter derrière la machine les débris de la roche qui sont tombés sous l'action des outils.

Une machine d'une disposition analogue, mais qui paraît d'une construction

1. Nous avons donné un dessin et une description de l'appareil de M. Colladon dans le vol. xv du *Génie industriel* (février 1858).

un peu plus simple, a été appliquée, paraît-il, en Angleterre, aux houillères de Broomshill, en Northumberland, par MM. Johnson et Dixon, de Newcastle-sur-Tyne. Cette machine est pourvue d'une espèce de taraud tournant, de 0m127 de diamètre, qui est en saillie sur le côté du bâti, lequel est monté sur des roues. Elle est mise en mouvement par une vis sans fin, actionnée par un arbre principal et des engrenages calés sur les essieux des roues de manière à faire avancer la machine peu à peu sur le sol. Le taraud est animé d'une vitesse de 500 tours par minute, à l'aide d'une roue dentée fixée sur l'arbre principal, mis en mouvement par l'action alternative des tiges des pistons d'une double machine à air montée sur le bâti mobile de l'appareil. L'outil est disposé pour avancer de 90 centimètres par minute, au moyen d'un encliquetage automatique, c'est à-dire que le taraud en tournant avance et pénètre de cette quantité dans la houille. Le bloc ainsi miné est calé pour prévenir sa chute jusqu'au moment où il est nécessaire de l'abattre, ce qui se fait en insérant un coin dans sa partie supérieure.

M. Colladon, dont plus haut nous avons décrit le système de tubes articulés, servant de réservoir et de distributeur à l'air comprimé (force motrice de l'appareil perforateur), propose, dans une demande de brevet en Sardaigne, à la date du 30 juin 1857, plusieurs nouveaux appareils de ce genre. Le premier, indiqué avec plusieurs modifications, est composé d'un cylindre muni de sa boîte de distribution d'air, et son piston fait mouvoir, au moyen d'une traverse, deux bielles qui attaquent un arbre coudé à double manivelle. Cet arbre est muni de deux volants régulateurs et, à ses extrémités, de deux autres manivelles qui, par les bielles, donnent un mouvement de va-et-vient à deux porte-outils guidés par des glissières. L'ensemble de cette machine est monté sur une plate-forme circulaire, reliée à une cuvette renversée garnie d'un coussin élastique, destiné à faire joint étanche contre le rocher. Ce joint a besoin d'être étanche parce que dans la cuvette on fait le vide pour la faire adhérer, comme une ventouse, au rocher, de façon à appliquer et maintenir la machine contre lui en un point quelconque, malgré la pesanteur et les forces réactives des outils. Cet appareil présente donc, comme caractère essentiel, l'idée d'un moteur à air comprimé, servant à mouvoir tout un système d'outils perceurs et ensuite à ventiler, combiné avec l'emploi du vide servant à fixer, sans échafaudage, une base dans des directions quelconques. Pour faciliter et augmenter l'effet de la poudre et pour amener le détachement des prismes ou des cylindres découpés par les outils, M. Colladon a imaginé de projeter à l'intérieur des jets d'air comprimé et de gaz combustible, qui agissent pour déclarer des fissures. Les trous de mine sont élargis, à cet effet, au moyen d'un petit appareil qui s'introduit dans le trou pratiqué par le perforateur. Après cette introduction, des ressorts intérieurs permettent à des lames ou couteaux de se développer à l'extrémité; alors, en faisant tourner l'appareil, les couteaux élargissent le trou. Quand le fond est assez élargi, on retire les parties saillantes des couteaux en faisant reculer des talons qui les maintenaient.

Les autres appareils proposés par M. Colladon diffèrent assez sensiblement du précédent; ce sont de simples outils, indépendants de la machine aéromotrice qui les actionne. Ces outils sont composés de deux leviers oscillant sur des axes qui font partie d'un châssis que l'on fixe sur le sol. Ces deux leviers sont reliés par une traverse qui est entaillée au milieu pour recevoir une

camme, mue par la machine motrice, et destinée à lui donner un mouvement dans un sens, de gauche à droite par exemple, tandis que de forts ressorts tendent à la ramener, en sens inverse, aussitôt que la partie saillante de la camme l'a abandonnée. Les extrémités supérieures des deux leviers sont terminées en forme de secteur avec gorge demi-cylindrique, revêtue d'une substance souple et élastique, pour recevoir une longue tige garnie, à l'un de ses bouts, de l'outil percuteur. Il résulte de ces combinaisons qu'à chaque révolution de l'arbre à camme, celle-ci déplace la traverse, laquelle, naturellement, entraîne les deux leviers dans la direction du mouvement qui lui est communiqué, et ceux-ci l'arbre porte-outil; quand la camme échappe, les ressorts ramènent brusquement les leviers dans la direction contraire et l'outil vient frapper la roche. Une disposition de roues et de cliquets permet à l'outil d'avancer au fur et à mesure que par ses coups répétés il désagrége la matière.

Le 11 septembre 1858, M. de Preigne fit la demande d'un brevet pour un appareil raboteur et perceur, destiné à détacher les blocs que l'on veut faire sauter à la mine. Le mode d'action de cet appareil consiste dans l'application d'une couronne armée de dents, que l'on fait avancer en tournant contre la roche pour y pratiquer une incision d'un grand diamètre. Le centre de cette couronne, relié par des bras à un moyeu, est muni d'une mèche ou fleuret qui, en même temps, creuse un trou de mine. C'est en chargeant de poudre ce trou que l'on détache le bloc circulaire divisé par les couteaux dont la couronne est armée.

En novembre 1858, MM. Schwartzkopf et Philippson, constructeurs à Berlin, prirent un brevet en France pour la machine à percer, à la fois simple et ingénieuse, qui est représentée sur la pl. 8, et dont nous donnons plus loin une description complète.

Le 30 décembre de la même année, M. Sommeiller, ingénieur à Turin, se faisait breveter pour le perforateur à air comprimé, qui est également représenté sur la pl. 8.

Depuis l'apparition de ces deux dernières machines, qui nous paraissent les plus perfectionnées et les plus pratiques mises en œuvre jusqu'ici, nous n'avons à citer que quelques brevets pour des machines dont les résultats ne nous sont connus qu'imparfaitement.

Nous pouvons citer le brevet du 17 juin 1859, délivré à M. Lisbert, ingénieur des mines de Balli-Grenay. L'outil qui a fait l'objet de cette demande de brevet se compose d'un cadre rectangulaire, muni intérieurement de rainures à queue d'hironde, dans lesquelles peuvent glisser les deux branches d'une fourche armée de griffes. Ces branches sont pourvues d'encoches qui permettent, au moyen d'une vis et d'un petit appareil à engrenages situé à la partie supérieure du cadre, d'allonger ou de raccourcir l'ensemble de ces deux parties, de façon à pouvoir étendre la fourche jusqu'à ce que ses griffes et d'autres griffes semblables dont le cadre est également muni pressent fortement les deux points opposés de la galerie pour y fixer l'appareil solidement. Le porte-outil est formé d'une boîte en tôle, qui peut se mouvoir le long du cadre, muni à cet effet d'une crémaillère engrenant avec une roue située dans la boîte, laquelle est traversée par une vis qui reçoit l'outil perceur à son extrémité. Cet outil est formé d'une barre d'acier corroyée contournée en spirale. Un appareil de ce genre, du poids total de 60 kilog., a été essayé dans la mine d'Annezin et a donné les résultats suivants : dans un schiste dur on a foré 0m60 de trou en 6 minutes, comprenant la pose de l'appareil, le

changement d'outil pendant le forage et le forage lui-même ; dans un schiste moins dur on a foré 0m 95 en 8 minutes et demie, et on a traversé une barre de carbonate de fer de 0m 05. Dans des grès à gros grains on a foré 0m 565 en 15' [1].

Un appareil à percer les trous de mine, par M. Deschamps, a fait l'objet d'une demande de brevet en Belgique, le 20 septembre 1859.

Cet appareil est composé de leviers qui reçoivent, par l'action d'une camme, un mouvement curviligne, qui est transformé en rectiligne de va-et-vient par l'intermédiaire d'un piston et de bielles. Un mouvement de haut en bas est communiqué aux leviers par un poids qui imprime une secousse dont la violence est proportionnelle à ce poids diminué ou augmenté selon la dureté des roches. Des guides en arc de cercle permettent de diriger le canon qui reçoit le piston vers tous les points de la ligne verticale de la galerie. Le pivot sur lequel tourne tout l'appareil permet d'en faire autant sur la ligne horizontale, de manière que tous les points du fond de la galerie peuvent être attaqués. Le piston est formé de deux pièces s'unissant par une vis, servant à allonger celui-ci au fur et à mesure de l'avancement du trou. Le mouvement d'avance est imprimé à cette vis par un petit levier à rochet, adapté au grand levier et agissant par une petite roue dentée montée sur le piston, de manière à donner un mouvement de rotation au trépan. Des roues dentées servent à établir une vitesse convenable pour obtenir un avancement facultatif. Tout l'appareil est monté sur quatre roues, de façon à pouvoir aisément le reculer lorsqu'il est nécessaire de faire éclater la mine.

Le 27 octobre 1859, M. Dartois prit un brevet en Belgique pour un appareil à forer, composé d'un mandrin creux, dans lequel s'introduit le foret, fixé à l'aide d'une cale en acier qui, en même temps, rend solidaire ce mandrin avec une vis alésée à l'intérieur pour le recevoir. L'écrou de la vis a la forme d'un cône tronqué, et est tourné extérieurement pour recevoir un manchon de même forme que l'écrou, de manière à exercer un frottement uniforme sur tout son pourtour. Un levier à main, monté à ressort, embrasse cet écrou et permet de l'entraîner au moyen d'ergots dont il est muni, de façon à communiquer à la mèche le mouvement rotatif nécessaire à l'action du forage.

En mai 1860, MM. Vallaury et A. Buquet se sont fait breveter pour une machine à percer des galeries sans emploi de la poudre. Cette machine se compose de plateaux circulaires en fonte, adaptés à intervalles égaux sur un arbre horizontal et armés sur un point de leur circonférence d'outils d'acier, analogues à ceux fixés sur les machines à travailler les métaux. Les plateaux étant animés d'un mouvement de rotation, les outils qu'ils supportent attaquent et rongent la roche et, en la triturant et la réduisant en poussière, y creusent des entailles de 0m 26 de largeur, 0m 75 de profondeur et 2m 20 de hauteur, en laissant entre les entailles des cloisons de 0m 30 d'épaisseur, lesquelles cloisons se trouvent ainsi isolées des deux côtés, et peuvent alors être abattues au moyen de coins et de leviers.

Enfin, le 13 mai 1861, M. Machecourt, ingénieur, prit un brevet pour un foret à vis à manivelle, destiné à apporter un bénéfice appréciable sur les moyens ordinaires du forage manuel par percussion. C'est un petit outil simple et léger que l'on applique contre la muraille de la galerie. Une mèche que l'on fait tour-

1. *Bulletin de la Société de l'industrie minérale de Saint-Étienne* (1862).

ner rapidement à la main avance dans la roche d'une quantité plus ou moins grande, suivant son degré de dureté et la puissance exercée par l'ouvrier chargé de la conduite de l'appareil.

L'aperçu historique qui précède est plutôt destiné à faire apprécier la nature des efforts tentés dans le but de substituer les moyens mécaniques au travail manuel pour le percement des galeries de mines, qu'à donner, comme on l'a remarqué sans doute, les résultats pratiques et économiques que ces procédés sont appelés à rendre. Nous allons combler cette lacune en faisant connaître en détail les combinaisons mécaniques des deux meilleurs appareils de ce genre, et les résultats obtenus par leur emploi.

Comme ce sont principalement les travaux immenses, nécessaires pour opérer le percement du Mont-Cenis, qui ont donné dans ces dernières années un nouvel élan à l'étude de ces machines, en mettant à l'ordre du jour le problème des appareils perforateurs mécaniques à action rapide, nous croyons devoir dire un mot de l'ensemble de cette opération gigantesque.

Les explorations faites depuis le Simplon jusqu'aux Apennins ont démontré que le passage qui satisfait à la condition de la communication la plus directe avec la capitale de la France, et qui, en même temps, présente le moins de difficultés, se trouve placé entre Bardonèche et Modane. A cet endroit l'épaisseur de la montagne est de 13 kilomètres environ. L'élévation ne permettant pas d'employer les puits pour entreprendre le tunnel sur plusieurs points, il ne restait donc qu'un moyen, celui de travailler seulement aux deux extrémités. Mais ici surgissaient plusieurs difficultés, d'abord celle du temps [1], puis celle de la constitution géologique de la montagne, de l'aération et enfin du deblayement.

L'étude du terrain a permis de faire reconnaître que de certaines couches pourraient bien présenter une grande résistance à la perforation, mais qu'elles ne

1. Par les moyens ordinaires, on ne comptait pas moins de 36 ans. L'avancement moyen sur un parcours de 700 mètres fait à la main a été de 0m90 par 24 heures, avec trois escouades d'ouvriers travaillant huit heures consécutives, et en perçant une galerie de 4 mètres de largeur sur 3 mètres de hauteur, ce qui ferait dans ces conditions, pour les deux côtés, 1m80 d'avancement, soit le travail d'environ vingt années sans chômage d'un instant. Maintenant, en comptant le temps nécessaire pour l'élargissement du tunnel, qui doit avoir 8 mètres sur 6, en tenant compte de la difficulté des déblais, surtout en arrivant vers le milieu du souterrain, des accidents, etc., on voit que ce temps n'est pas exagéré. Par les résultats obtenus au moyen des nouveaux appareils perforateurs de M. Sommeiller, on estime que le percement de la galerie pourra se faire trois fois plus vite.

Par une convention du 7 mai 1862, promulguée le 16 juin, il a été entendu entre les gouvernements français et italien que le souterrain du Mont-Cenis sera exécuté par les soins et sous la responsabilité du gouvernement italien. La dépense du gouvernement français, pour le percement situé sur son territoire, est fixé à forfait à 19 millions de francs pour le cas où la durée des travaux serait de 25 ans; dans le cas où ils seraient terminés avant ce délai, le capital de 19 millions sera augmenté d'une prime de 500 mille francs pour chaque année de réduction. Si les travaux duraient moins de 15 ans, la prime sera portée à 600 mille francs par chaque année dont ce délai aura été réduit.

devaient pas être très-puissantes et que les autres pouvaient être attaquées facilement par la mine. C'est alors que, pour accélérer la perforation de la galerie et opérer sa ventilation, MM. Mauss et Colladon, imaginèrent, chacun de leur côté, les systèmes fort ingénieux dont nous avons parlé plus haut, mais qui, laissant des doutes sur leur succès, ont été rejetés. De nouvelles études furent entreprises par MM. Sommeiller, Grattone et Grandis, qui combinèrent un système complet d'appareils propres à pourvoir simultanément à la ventilation, à la perforation et au déblayement.

La base de ce système est une machine destinée à comprimer l'air, dite *compresseur hydraulique,* qui consiste en un siphon renversé, en communication d'un côté avec une prise d'eau, et de l'autre avec un réservoir à air. L'eau descend dans la première branche du siphon, remonte dans la deuxième et y comprime l'air qui s'y trouve; cet air, lorsqu'il est arrivé à un degré suffisant de force élastique, ouvre une soupape qui l'introduit dans un réservoir. Alors une soupape de vidange s'ouvre, et, lorsque l'eau de la deuxième branche du siphon est évacuée, le mouvement recommence[1]. Le jeu des soupapes d'admission est réglé par quatre petites machines de huit chevaux, fonctionnant par l'air comprimé, et qui actionnent deux arbres à cammes, agissant par l'intermédiaire d'un balancier sur la tige des soupapes. L'air est maintenu dans le réservoir à une pression constante au moyen d'une colonne d'eau qui communique avec un réservoir supérieur. La force vive acquise par l'eau dans le siphon est utilisée pour opérer la condensation de l'air; ainsi, avec une chute d'eau de 26 mètres, on a pu comprimer de l'air à 6 atmosphères, soit à peu près de 62 mètres d'eau de pression[2].

On a calculé que, pour l'aération nécessaire au refoulement de l'air vicié par la lumière et par la poudre employée pour les mines, il fallait dans chacun des deux troncs de galerie environ 8000 mètres cubes d'air libre par 24 heures, à la pression atmosphérique, soit $0^{m.c.}092$ par seconde, ce qui demande une force théorique de 23 chevaux.

Huit perforateurs fonctionnant simultanément sont nécessaires; chacun d'eux dépense environ $0^{m.c.}180$ d'air comprimé par minute, et marche, en tenant compte du temps pendant lequel se font les explosions et les déblais, de 14 à 15 heures sur 24; cela représente donc pour les huit machines une dépense totale par 24 heures de 1250 mètres cubes d'air comprimé, ou 6250 mètres cubes d'air libre. On voit donc que l'échappement des machines n'est pas loin de fournir tout l'air nécessaire à l'aérage.

Le volume d'eau dépensé par un compresseur est évalué par M. Noblemaire, en tenant compte des pertes de toute espèce, à $0^{m.c.}080$ par seconde, ce qui

1. Nous croyons que le principe de cet appareil est dû à M. de Caligny, qui en a fait le sujet d'une note à l'Académie des sciences, il y a déjà plusieurs années. Voir la description de cet appareil, vol. XIX du *Génie industriel*, janvier 1860.

2. La force motrice a été empruntée au torrent de Melezet. Un canal de 3 kilometres de développement peut amener 1500 litres d'eau par seconde à une hauteur de 45 mètres au-dessus du niveau de l'écoulement; on a donc à la rigueur une force de 900 chevaux, plus que suffisante, et qu'on est loin d'employer aujourd'hui. Le bassin utile n'est qu'à 26 mètres au-dessus de la vidange, et le canal n'amène que 600 litres par seconde; on se contente donc d'une force encore surabondante de 208 chevaux. (Rapport de M. Noblemaire.)

représente, avec la chute de 26 mètres, une dépense de travail de $27^{ch.}72$, et un rendement de 56 p. 100.

Malgré les bons résultats obtenus par son compresseur hydraulique, M. Sommeiller a imaginé un nouvel appareil, pour lequel il s'est fait breveter le 20 mars 1860, et qui présente sur le premier l'avantage d'être d'une disposition plus simple. C'est une sorte de pompe à air composée d'un cylindre horizontal plein d'eau dans lequel se meut un piston, et de deux cylindres verticaux recevant l'air, et munis chacun de deux soupapes s'ouvrant en sens inverse. Ces soupapes sont constamment noyées par un filet d'eau tombant d'un réservoir supérieur disposé entre les deux cylindres verticaux. Le piston, actionné dans un sens, laisse entrer dans le cylindre vertical duquel il s'éloigne, non-seulement l'air, mais l'eau qui recouvre la soupape s'ouvrant du dehors en dedans, de telle sorte que, dans la marche en sens inverse du piston, celui-ci refoule hors de l'appareil, par la seconde soupape s'ouvrant du dedans au dehors, outre l'air aspiré par lui, le petit excès d'eau ; de cette manière le refoulement de tout l'air est assuré.

Tel est l'ensemble du système en voie d'application pour l'immense entreprise du percement du Mont-Cenis, et dont voici, en résumé, les données principales relatives à la galerie. La longueur totale sera de 12500 mètres; elle sera tracée dans un même plan vertical, mais elle se divisera en deux pentes vers les deux orifices, afin de faciliter l'écoulement des eaux que l'on pourrait rencontrer. L'orifice méridional de la galerie, vers Bardonèche, sera à la cote de 1324 mètres au-dessus du niveau de la mer. A partir de ce point, la galerie s'élèvera avec une pente moyenne de 5 millimètres sur une distance de 6250 mètres jusqu'à la cote de 1335 mètres, qui sera le point culminant; de là elle descendra sur une longueur pareille de 6250 mètres, avec une pente moyenne de 23 millimètres, jusqu'à l'orifice septentrional, vers Modane, qui est à la cote de 1190 mètres. La crête de la montagne se trouvera au-dessus du point culminant à une élévation verticale de 1600 mètres environ [1].

DESCRIPTION DU PERFORATEUR A PERCUSSION DE M. SOMMEILLER

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 1 A 6 DE LA PL. 8.

La fig. 1 est une section verticale et longitudinale faite par l'axe de l'appareil perforateur tout monté et prêt à fonctionner.

La fig. 2 en est un plan général vu en dessus.

La fig. 3 est une section transversale faite par la boîte de distribution du cylindre percutant, suivant la ligne 1-2.

La fig. 4 est une seconde section transversale faite devant la camme de distribution, par la ligne 3-4.

Les fig. 5 et 6 sont deux autres sections, l'une faite suivant 5-6, et l'autre par la ligne 7-8 du plan, fig. 2.

Cette machine se compose de deux parties principales bien distinctes, l'une fixe, l'autre mobile.

La *partie fixe* comprend : 1° l'appareil moteur agissant sur un arbre à

1. Note sur le percement du Mont-Cenis à l'Académie, par M. L.-F. Ménabréa.

manivelle, à la manière des machines à vapeur; 2° deux longerons filetés à crémaillères, entre lesquels glisse la partie mobile; 3° un arbre de couche carré servant aux transmissions de mouvement.

La *partie mobile* se compose : 1° d'un cylindre dans lequel se meut un piston actionné par le fluide moteur, et auquel est assemblé directement l'outil perforateur; 2° d'une tige qui pénètre au centre du piston, se prolonge derrière le cylindre et porte les pièces au moyen desquelles elle communique au porte-outil un mouvement de rotation indépendant de celui de percussion; 3° d'une griffe articulée embrassant le manchon d'embrayage par son extrémité d'arrière, pendant qu'il appuie par l'autre extrémité contre les dents des crémaillères pratiquées dans les faces internes des longerons; 4° de l'outil ou fleuret destiné à percer la roche par percussion.

Partie fixe. — Elle est composée du petit cylindre en bronze A, fixé sur une plaque en fonte B, supportée par les deux longerons de même métal E. Ces longerons, qui ont $2^{m}70$ de longueur, se trouvent reliés d'un bout par la plaque du cylindre, et du bout opposé par un arc en fer *u;* ils sont munis de tourillons (fig. 2) qui servent à les monter sur l'affût ou bâti mobile recevant l'appareil; les deux faces internes de ces longerons sont dentées pour former deux crémaillères *e*, à denture hélicoïde, dans laquelle engrène une vis servant à faire avancer toute la partie mobile de l'appareil.

Le cylindre A, fondu avec sa boite de distribution, reçoit, comme dans toutes les machines à vapeur, le piston et le tiroir *t* qui fait arriver par la tubulure C de l'air comprimé, alternativement devant et derrière ce piston, pour lui communiquer un mouvement de va-et-vient continu. Cet air s'échappe ensuite librement dans l'atmosphère par le tuyau *c*.

Ce mouvement de va-et-vient est transformé en circulaire continu par la bielle *a*, reliée à l'arbre coudé *b*, muni des deux volants régulateurs V, de l'excentrique qui actionne la tringle *b'* du tiroir de distribution, et d'un pignon d'angle *d*. Ce pignon engrène avec un pignon semblable *d'*, fixé sur le bout de l'arbre D, qui reçoit ainsi un mouvement de rotation continu.

Cet arbre est carré sur toute sa longueur, à l'exception pourtant de ses deux extrémités qui sont rondes pour tourner librement dans les coussinets des deux paliers extrêmes; l'un fondu avec la plaque B du cylindre A, et l'autre D' fixé aux longerons E. Sur cet arbre de couche est montée une camme à bosses G qui, en outre du mouvement de rotation que cet arbre lui imprime, peut glisser sur toute sa longueur. La camme G agit sur la tige du tiroir de distribution du cylindre mobile F qui opère le mouvement de percussion. Elle est entrainée par ce cylindre, au moyen d'un support K qui embrasse son moyeu, lequel commande aussi, par le cliquet *k'*, un rochet destiné à faire tourner la mèche, ainsi que nous le verrons plus loin.

On doit remarquer que dans cette machine le but principal du cylindre moteur A est simplement de commander la distribution du cylindre mobile percuteur. Ce moyen, qui paraît tout d'abord très-compliqué relativement aux dispositions ordinaires employées dans les machines à vapeur pour atteindre le même but, était pourtant dans cet appareil d'une nécessité presque absolue, car le cylindre muni du piston qui reçoit le fleuret étant mobile, et naturellement avec lui la distribution, il était difficile de lui faire commander le tiroir, celui-ci devant avoir une marche régulière, tandis que la machine percutante doit être variable dans sa course, ainsi que son piston, suivant la dureté de la roche et les diverses positions du fleuret dans les trous de mine.

Partie mobile. — Cette partie se compose essentiellement du cylindre en bronze F dans lequel se meut le piston en fer P, terminé par une douille qui reçoit le fleuret. Le milieu du piston est traversé, sur la moitié environ de sa longueur, par une tige f', garnie de deux clefs destinées à entraîner le piston dans le mouvement rotatif communiqué à cette tige. Les deux fonds du cylindre sont pourvus de garnitures en cuir serrées par les écrous F′ et h, pour empêcher toute déperdition du fluide moteur.

Sur la prolongation de la tige f', en dehors du cylindre, est calé le fourreau h' et, à côté, est montée folle la vis H garnie, sur l'une de ses faces circulaires, d'échancrures dans lesquelles peuvent pénétrer des dents ménagées dans ce but au manchon J ajusté sur le fourreau h'. Les filets de la vis H engrènent avec les crémaillères hélicoïdes e, dont les deux longerons fixes E sont munis, afin de faire avancer ou reculer, suivant les besoins, le cylindre et tout le mécanisme le long de ses supports.

Sur la même tige prolongée f', et de l'autre côté d'une virole de séparation appliquée derrière le manchon J, est calé le rochet k dans la denture duquel agit le cliquet k' (fig. 1 et 4), relié par un collier au moyeu de la camme G, pour imprimer à ladite tige f' un mouvement rotatif intermittent.

Le support mobile K, qui relie l'arbre moteur D avec cette tige, porte l'axe d'une petite roue dentée l' engrenant constamment avec une roue semblable l, et pouvant engrener facultativement avec une autre roue m, fixée sur l'arbre D, pour le retour en arrière du fleuret, ainsi que nous l'expliquerons plus loin.

Le cylindre F, qui reçoit le piston percutant, a 60 cent. de diamètre intérieur, il est fondu avec les canaux d'admission et d'échappement i, i', j et f. Le tiroir de distribution t' est commandé par la camme G, qui pousse en avant la tige g, son mouvement de retour étant opéré par le ressort g' qui entoure cette tige.

Mode d'action. — Le mouvement de va-et-vient est donné au piston percuteur P par l'air comprimé qui agit sur la face postérieure par intermittence, et par une pression constante sur la face antérieure. Cet air

arrive dans la boîte de distribution par la tubulure l, qui reçoit le raccord de la conduite ; il est en communication constante par le conduit f avec la partie antérieure du cylindre traversé par la tige du piston, laquelle ne laisse, comme on le voit fig. 1, qu'un espace annulaire, assez restreint, pour le passage du fluide.

Quand le piston est à l'extrémité de sa course arrière, si on suppose le tiroir de distribution t' ouvert, l'air pénétrera par la lumière i à l'intérieur du cylindre et pressera sur le piston qui avancera alors, en vertu de la différence de pression de l'air exercée sur sa face postérieure, traversée par la tige f' d'un petit diamètre, et celle de la face antérieure dont la section est réduite par la grosse tige du porte-outil.

Le tiroir est ensuite poussé par la camme de distribution G, de façon à boucher l'ouverture d'admission et à ramener son évidement central sur la lumière i'; il se trouve ainsi en communication avec l'ouverture d'échappement j (fig. 1 et 3), qui communique avec l'atmosphère. Le piston revient alors sur ses pas par l'effet de la pression constante qui s'exerce sur sa face antérieure.

La contre-pression de l'avant, en empêchant les chocs contre le plateau antérieur, forme comme une sorte de matelas d'air qui donne une certaine élasticité au coup du fleuret dans la roche. Il en est de même pour le plateau postérieur, par la couche d'air qui reste emprisonnée derrière le piston.

Mouvements du percusseur. — L'ensemble de la machine, monté, au moyen des tourillons qui font partie des longerons E, sur un bâti roulant qu'on approche du front de taille, y reste à demeure; il faut donc qu'à mesure que le fleuret s'enfonce dans la roche et avec lui le piston qui le fait mouvoir, c'est-à-dire l'ensemble de la partie mobile de l'appareil, s'avance sur ses longerons, et qu'en même temps le fleuret tourne, à chaque coup, dans le trou de la mine pour aider au dégagement de la matière concassée par le choc de l'outil.

Cette *rotation du fleuret* a lieu à chaque révolution de l'arbre principal de transmission D, au moyeu du rochet k' qui fait avancer d'une dent la roue à rochet k, fixée sur la tige du piston. Cette roue est munie de seize dents, de sorte qu'après seize coups du fleuret, celui-ci a fait une révolution complète.

Pour l'*avancement du fleuret*, si la vis H, constamment engagée dans les dents de la double crémaillère fixe e, était arrêtée à demeure sur la tige f' du piston, il arriverait naturellement que, tous les seize coups de fleuret, elle ferait avancer le cylindre F d'une quantité égale à son pas. Mais il n'en est pas ainsi, il faut, au contraire, qu'il n'avance que selon les besoins, à mesure que le fleuret s'enfonce dans la roche; c'est pourquoi la vis H est folle sur la tige f', et qu'elle ne peut tourner que lorsque le manchon d'embrayage J vient la saisir, en engageant les griffes saillantes dont il est muni dans des entailles ménagées à cet effet dans les

faces de cette vis. Un ressort à boudin j' sollicite constamment cet embrayage, mais il est retenu par la tige en fer N, laquelle, dans ce but, est de section rectangulaire et recourbée à son extrémité pour s'engager dans la gorge ménagée au manchon pour la recevoir.

L'extrémité opposée de cette tige est traversée par un petit axe n muni d'un double levier r formant rochet, en s'engageant dans de longues dents s, ménagées de fonte aux longerons fixes E. Ce double rochet est maintenu dans ces dents par un ressort méplat R, qui soutient en même temps une branche prolongée de la tige N, munie du taquet r'.

Voici ce qui résulte de la relation qu'ont ces pièces entre elles :

Le piston P étant au commencement de sa course, et la machine placée de manière à avoir l'extrémité du fleuret à une distance convenable pour attaquer la roche, on met l'appareil percuteur en mouvement ; le fleuret, en pénétrant dans la pierre, permet au piston de prolonger sa course d'une quantité égale à celle dont il s'enfonce. Quand cette quantité est devenue égale à celle de la longueur d'une des dents s, 4 centimètres, un buttoir M fixé au porte-fleuret vient frapper le taquet r' et le force à s'abaisser en comprimant le ressort R, et entraînant dans ce mouvement le double rochet r qui abonne les dents s.

Par ce mouvement, la tige N n'ayant plus de point d'appui pour résister à l'effort du ressort à boudin j', qu'entoure le manchon J, les griffes de celui-ci pénètrent dans la vis H ; celle-ci se trouve alors entraînée par le mouvement de l'encliquetage $k\,k'$, commandé par l'arbre moteur D.

Le mouvement de cette vis entraîne, comme nous l'avons vu, toute la partie mobile de l'appareil, en avançant entre les longerons fixes dentés intérieurement.

Cet avancement, étant beaucoup plus rapide que celui du fleuret dans la pierre, oblige le piston à diminuer sa course, arrêté qu'il est par le fleuret qui rencontre la pierre à une distance moindre, jusqu'à ce que le rochet r, venant butter contre la dent suivante s, repousse à nouveau en arrière le manchon J et le débraye d'avec la vis H, qui cesse ainsi de tourner et de faire avancer la partie mobile.

La course du piston augmentera pendant le creusement de la pierre, jusqu'à ce qu'il chasse comme précédemment le rochet r de la dent dans laquelle il était engagé, moment auquel le jeu expliqué plus haut recommencera. Cette manœuvre se répétera d'autant plus souvent que le fleuret creusera plus vite la pierre, de sorte que la dureté de celle-ci règle l'avancement de l'outil d'une manière tout à fait indépendante de la main de l'homme.

INSTALLATION, TRAVAIL ET RENDEMENT DE LA MACHINE A PERFORER.

Une voie centrale est installée à l'intérieur de la galerie, et sur cette voie peut circuler un chariot massif en fer du poids de 15 tonnes environ, auquel on a donné le nom d'*affût*, et sur lequel on peut installer huit percusseurs.

Les longerons de chaque appareil sont fixés sur des bras saillants dont cet affût est garni à cet effet, et dans un ordre déterminé pour que chaque percusseur puisse attaquer la roche à des distances convenables au percement des trous de mine.

L'affût porte, en outre, deux petits réservoirs, dont l'un reçoit l'air comprimé venant de l'extrémité de la conduite, et l'autre l'eau pour le nettoyage des trous[1]. Cette eau est enfermée dans des réservoirs en forme de chaudières, portés sur un autre chariot ou tender attelé à l'affût. Sauf la conduite générale en fonte, tous les tuyaux de conduite d'air ou d'eau sont en caoutchouc recouvert d'une forte toile ; leur diamètre est de 5 centimètres et leur épaisseur de 3 millimètres.

Les machines une fois installées sur l'affût, celui-ci est poussé assez facilement, malgré son poids, contre le front de taille. On donne l'air, et le travail commence. L'effort d'impulsion sur le piston percuteur est dans cette machine d'environ 95 kilogrammes, effort qui doit être porté, dans de nouvelles machines en construction, à 150 kilogrammes.

Quelques modifications ont été faites à la forme et au jeu des fleurets ; le biseau qui les termine est en forme de Z.

L'entraînement des matières broyées est facilité par le jet d'eau dirigé constamment vers le trou de mine. Le réservoir qui fournit l'eau étant en communication avec le tuyau de conduite, cette eau[2] se trouve par ce fait à une pression de 5 atmosphères.

On peut admettre, suivant M. Noblemaire, qu'en six heures une machine perce huit à onze trous de 90 centimètres de profondeur et de 4 centimètres de diamètre.

La disposition adoptée au Mont-Cenis pour le percement est la suivante : deux machines, fonctionnant à peu près au centre de la galerie, y pratiquent douze trous disposés sur une même ligne horizontale, et se composant de huit petits trous de 3 centimètres de diamètre et de quatre gros de 9 centimètres.

1. Nous trouvons ces renseignements dans un rapport très-intéressant, adressé à la Compagnie des chemins de fer du Nord de l'Espagne, sur les travaux de percement du Mont-Cenis, par M. Noblemaire, ingénieur des mines, et publié dans le *Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils* (avril, mai et juin 1861).

2. La quantité d'eau nécessaire à ce nettoyage est d'environ 40 litres par trou.

Les petits seuls reçoivent de la poudre; les gros ne sont pratiqués dans la roche que pour former un vide initial qui facilite l'action des premières mines. Par suite de cette disposition, leur explosion produit une cavité centrale de 90 centimètres de profondeur, de 1 mètre à $1^{m},30$ de large, et d'une hauteur allant parfois à 50 et 60 centimètres, et moyennement de 30 centimètres.

Quatre autres machines intérieures à l'affût percent en même temps 9 à 10 trous de 4 centimètres de diamètre, en dessus et en dessous, et parallèlement à la première ligne. Le septième percusseur pratique un ensemble de 8 à 9 mines disposées à la partie inférieure, et le huitième 9 trous supérieurs. On crible donc ainsi la roche, en six heures de travail, de 65 à 70 trous de 90 centimètres de profondeur. Pour nettoyer les traces, on y introduit, au moyen d'un lance, un jet d'air comprimé qui chasse l'eau et la boue.

L'affût est alors retiré en arrière pour être à l'abri des projections, et l'on charge les mines de cartouches de 30 centimètres de longueur. La première rangée est d'abord tirée seule, et, après le déblai du vide produit par l'explosion, les mines des deux rangées parallèles supérieure et inférieure sont chargées avec des mèches d'autant plus longues qu'elles sont plus éloignées du vide central. Enfin le groupe supérieur de la voûte est tiré dans les mêmes conditions; quant au groupe inférieur, il ne l'est qu'après l'enlèvement total des débris.

Le succès de cette méthode est complet; la roche est broyée, sur 90 centimètres de profondeur, en morceaux qui ne dépassent pas 3 à 4 centimètres cubes, très-faciles à charger dans des wagonnets.

Quatre heures sont nécessaires pour le tirage des mines et l'enlèvement des déblais. On peut donc compter par ce procédé sur un avancement de 90 centimètres en dix heures. M. Noblemaire pense qu'avec des hommes habitués, un travail continu et deux postes de chacune douze heures, on peut arriver aisément à un avancement de 2 mètres par vingt-quatre heures.

DESCRIPTION DU PERFORATEUR ROTATIF DE MM. SCHWARTZKOPF ET PHILIPPSON,

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 7 A 11 DE LA PL. 8.

Le perforateur de MM. Schwartzkopf et Philippson diffère d'une façon assez sensible de celui de M. Sommeiller, non-seulement par les dispositions mécaniques de l'appareil, mais encore par le mode d'action de l'outil. Dans cette dernière machine, la percussion de l'outil consiste en un simple choc qui oblige la mèche à pénétrer dans la pierre, aidée par un mouvement rotatif qui en même temps lui est communiqué.

En général, la machine est plus simple et plus portative. On voit qu'elle a été disposée pour les besoins de l'industrie privée, et non pour des travaux de l'importance de ceux que nécessite le percement du Mont-Cenis.

La fig. 7 est une section faite par l'axe de cette machine.

La fig. 8 en est une vue extérieure en plan.

La fig. 9 une section transversale faite suivant la ligne 7-8 de la fig. 7.

La fig. 10 montre en détail, en plan et en élévation, la camme et le mécanisme de la distribution de l'air à l'intérieur du cylindre moteur.

La fig. 11 est une vue d'ensemble représentant, à une petite échelle, deux appareils montés sur leur bâti à l'intérieur d'une galerie de mine. L'un est monté sur roues pour le transport, et l'autre est installé pour fonctionner.

La partie mobile de l'appareil se compose principalement d'un petit cylindre en fonte C, fixé au moyen de vis noyées *a* (fig. 9) à une plaque en fer forgé A, munie d'une forte tête formant bâti. Cette plaque a ses bords taillés en biseau, pour s'assembler à queue d'hironde dans des coulisses dressées, ménagées à cet effet au bras en fonte B. Celui-ci est creux intérieurement pour recevoir la vis V, qui traverse l'écrou en bronze *d*, fixé à la plaque A par une forte vis *d'* (fig. 7).

Cette vis V peut tourner librement sur une ponte à vis *v*, et du bout opposé dans des collets en bronze; elle est munie de ce côté d'un pignon d'angle qui engrène avec un pignon semblable R, dont l'axe porte un carré pour recevoir une manivelle à l'aide de laquelle on fait tourner la vis, et, par suite, monter ou descendre l'écrou; avec lui naturellement se déplace le bâti A, qui relie toutes les pièces mobiles du perforateur.

Dans le cylindre C se meut le piston *p*, dont la forte tige T est guidée par la traverse E, qui glisse d'un bout dans une rainure pratiquée dans l'épaisseur de la plaque A, et, du bout opposé, sur un fort boulon *e* qui la traverse.

Dans le même axe du cylindre moteur est ajusté, à frottement doux, dans des coussinets rapportés dans la tête de la plaque A, une tige en acier H, destinée à recevoir la mèche *m*. Cette tige se trouve frappée à fin de course du piston *p* par la tête de la tige T de celui-ci, ce qui produit le choc de la vrille sur la roche pour la forcer à pénétrer d'une petite quantité. En même temps, cette vrille reçoit un mouvement de rotation par l'intermédiaire du cliquet *f* et de la roue-rochet *r*.

Dans le retour du piston en arrière, la tige H est abandonnée et revient reprendre sa position primitive sous l'action de détente du ressort à boudin *h*, interposé entre la roue *r* (fig. 7) et un épaulement pratiqué dans la tête du bâti A.

A l'extrémité de la traverse-guide E, du côté du boulon *e*, est rapportée de forge une sorte de camme à surface gauche, à coulisse E', destinée à faire mouvoir l'arbre T', qui commande à la fois le robinet de dis-

tribution de l'air comprimé dans le cylindre, et le cliquet *f*, qui, par la roue à rochet *r*, donne le mouvement de rotation à l'arbre porte-mèche. Cette roue a onze dents, de sorte qu'il faut onze coups de piston pour faire tourner la vrille complétement sur elle-même.

A cet effet, il est muni d'une douille *g*, garnie d'un galet qui pénètre dans la coulisse de la camme E′, et la tige T′ est montée pour tourner librement sur une vis à pointe aciérée *g′*, et dans un presse-étoupe faisant partie du boisseau fondu avec le cylindre moteur, pour recevoir le robinet de distribution R, celui-ci étant réuni à la tige au moyen d'un ajustement conique et d'une clavette. Une seconde vis *v*, également à pointe aciérée, centre le robinet R, et facilite son mouvement de rotation.

Ce mouvement doit être d'une petite amplitude, d'un huitième de tour environ, puisqu'il ne doit avoir pour but que de faire tourner le robinet, de manière à changer la communication des orifices d'entrée et de sortie de l'air à l'intérieur du cylindre. Le fluide moteur, l'air comprimé, pénètre à l'intérieur du boisseau R par la tubulure *t*.

Dans le cas de la marche en arrière, par exemple, qui est celle indiquée sur le dessin, le robinet a ses canaux distributeurs disposés comme l'indique la fig. 9, pour laisser pénétrer l'air par le conduit *c* à l'intérieur du cylindre, du côté de la tige T du piston *p*.

Dans cette position du robinet R, l'autre côté du piston se trouve en communication, par le conduit *c′*, avec la tubulure d'échappement, de façon à laisser libre de pression ce côté du cylindre.

Le contraire a lieu naturellement quand la camme E′ a fait tourner le robinet de gauche à droite, et que le piston est à fin de course arrière; elle a ramené l'évidement *r′* du robinet en face du conduit *c*, et, par ce fait, interrompu l'entrée de l'air de ce côté du piston; par contre, elle a établi la communication de ce conduit *c* avec la tubulure d'échappement *t′*, et l'air comprimé ne faisant plus résistance, le piston s'avance à droite, poussé par le fluide qui pénètre à l'intérieur du cylindre par le conduit *c′*, alors mis en relation avec l'arrivée de l'air comprimé dans le boisseau du robinet distributeur.

INSTALLATION ET TRAVAIL DE LA MACHINE.

Prenant comme exemple l'application de cette machine au percement d'une galerie de mine, on la dispose, comme l'indique la fig. 11, sur un bâti mobile extensible, qui n'est autre qu'une colonne en fonte M, muni d'une griffe fixe inférieure *n*, et d'une griffe supérieure *n′*. Celle-ci est mobile au moyen d'une vis que l'on allonge ou diminue de longueur à volonté, à l'aide d'un écrou, de façon à arc-bouter la colonne solidement à l'intérieur de la galerie, quelle que soit sa hauteur.

Sur la circonférence tournée de cette colonne est ajustée une crémail-

lère qui y est fixée aux extrémités par deux colliers permettant de l'arrêter en un point quelconque de cette circonférence, de façon à pouvoir faire tourner au besoin le support L autour de cette colonne, pour placer le porte-outil dans toutes les directions. On ne peut en effet faire tourner ce support sans déplacer la crémaillère, parce qu'il est muni d'un petit pignon qui engrène avec elle. L'axe *o* de ce pignon reçoit la manivelle *l*, au moyen de laquelle on règle facultativement la hauteur de ce support. On le retient fixé à la place qu'il doit occuper à l'aide de la vis à écrou *b'* dont il est muni.

Les deux bras de ce support sont traversés par un arbre creux D, destiné à recevoir le collier du bras en fonte B, qui porte l'appareil perforateur proprement dit, et sur lequel il peut se déplacer longitudinalement, comme nous l'avons vu, au moyen de la vis V, actionnée à l'aide de la manivelle *r'*, et par la paire de roue d'angle R (fig. 7 et 11). Par ces dispositions on peut donc, d'une part, en déplaçant la crémaillère, tourner l'appareil dans toutes les directions, puis régler sa hauteur en faisant monter plus ou moins le support L, et, d'autre part, lui donner une position verticale ou horizontale, ou inclinée, en desserrant le bouton *b* et en faisant tourner le bras B sur l'arbre D.

Comme le poids de l'appareil tout monté est encore peu considérable (400 kilog. environ), un homme peut aisément le transporter en le disposant comme il est indiqué à gauche de la fig. 11, qui montre le support L descendu au pied de la colonne, et une paire de petites roues O montées sur l'axe *o* du pignon de commande.

Le cylindre du perforateur est alimenté d'air comprimé par un tuyau en caoutchouc N, en communication avec le réservoir.

Pour faciliter le service de ses machines, M. Schwartzkopf construit des pompes à compression locomobiles qui peuvent alimenter d'air deux perforateurs, et dont le prix n'est pas très-élevé.

Le prix d'un perforateur, sans sa colonne, est de 900 thalers ou 3,330 fr.; celui de la machine de compression locomobile de 2,300 thalers ou 8,510 francs.

L'appareil perforateur est réglé pour frapper de 1,200 à 1,400 coups par minute; dans ce temps la vrille peut pénétrer dans de la pierre douce de 18 à 20 centimètres, en perçant des trous de 3 à 5 centimètres de diamètre. Dans le granit norwégien le plus dur, l'avancement de la vrille n'est plus que de 30 à 35 millimètres.

MACHINE SOUFFLANTE

A DISQUES MÉTALLIQUES DISTRIBUTEURS

A MOUVEMENT ROTATOIRE CONTINU

PAR

M. E. FOSSEY

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR A LASARTE (ESPAGNE)

(PLANCHE 9)

Les appareils soufflants, destinés aux forges et à l'alimentation d'air des hauts-fourneaux, ont été l'objet de nombreuses études et ont subi, dans ces derniers temps, diverses transformations qu'il nous semble utile de rappeler sommairement, en faisant reconnaître les inconvénients inhérents à chaque système.

Les machines à clapets[1], employées primitivement d'une manière exclusive, présentent des inconvénients bien connus, qui sont principalement, en outre de la perte d'effet utile due aux organes mêmes, d'être la source d'un entretien onéreux par les réparations fréquentes qu'exigent les clapets, et qui résultent des chocs répétés qu'il est impossible d'éviter complétement dans leurs mouvements alternatifs. Pour rendre ces chocs moins sensibles, le moyen le plus efficace est de faire marcher les pistons soufflants à une faible vitesse, mais ce moyen rend l'action directe du moteur à vapeur sur ces pistons fort désavantageux, en ce qu'il exige de faire usage d'appareils de dimensions énormes pour effectuer le travail total nécessaire à l'alimentation des grands fourneaux. Les frais d'achat et d'installation qui en résultent sont de nature à influer aujourd'hui d'une façon sensible sur le prix de revient de la fonte brute.

Nous devons reconnaître que des tentatives sérieuses ont été faites pour remédier à ces inconvénients. C'est ainsi que, pour concilier une vitesse convenable du piston moteur avec la lenteur nécessaire au piston soufflant, on a eu recours à la combinaison de deux machines à vapeur

1. Voir les machines de ce genre décrites dans la *Publication industrielle*, vol. VIII.

accouplées qui transmettent le mouvement par des roues d'engrenage de façon à retarder la vitesse des pistons soufflants. Ces combinaisons ont permis de former un appareil assez compacte en lui-même, mais qui oblige d'établir un très-fort massif pour supporter l'appareil, et d'appliquer un grand régulateur de vent.

L'emploi des machines à tiroir à grande vitesse et à action directe[1] ont un instant fait espérer que le problème, celui de pouvoir marcher sans chocs, avec une vitesse convenable et sans régulateur, ou du moins avec des régulateurs de petites dimensions, était résolu. Mais pour atteindre ce dernier résultat, il fallut marcher à une vitesse plus considérable qu'on ne l'avait prévu ; dès lors reparurent en partie les inconvénients des mouvements alternatifs. On a reconnu que l'organe principal du nouveau système, le tiroir, laissait beaucoup à désirer quant à la durée et surtout à l'effet utile ; en un mot, que l'entretien et les réparations des machines soufflantes à tiroir étaient peut-être aussi onéreux que l'entretien et les réparations des machines à clapets, de sorte que ces dernières, malgré leurs inconvénients, sont encore employées dans beaucoup d'usines de préférence aux souffleries à tiroir.

M. E. Fossey, ingénieur mécanicien, fondateur d'un établissement de construction à Lasarte (Espagne), a cherché à éviter les inconvénients signalés, inhérents aux machines soufflantes à clapets et aux appareils de distribution par tiroir, en substituant à ces organes, pour ainsi dire vitaux, des souffleries, des *distributeurs* composés de *disques métalliques à mouvement rotatoire continu*. La fonction de ces disques consiste à placer l'intérieur du cylindre, alternativement à droite et à gauche du piston, tantôt en communication avec l'air extérieur, tantôt avec des canaux qui chassent l'air comprimé dans un tuyau de refoulement en correspondance directe avec un réservoir de réception de l'air comprimé.

L'application de ce nouveau système de machine soufflante, faite par M. Fossey, qui en a étudié les moindres détails de construction avec le plus grand soin, lui a permis de constater avec assurance qu'il réunissait les avantages :

1° De l'action directe du piston moteur sur le piston soufflant, et de permettre ainsi de supprimer les organes intermédiaires qui dépensent en pure perte de la force motrice ;

2° D'une vitesse convenable du piston moteur, et par conséquent de réduire considérablement les dimensions des appareils, leur prix de construction et leurs frais d'installation ;

3° D'anéantir complétement les chocs, et par suite d'assurer à la machine une durée plus grande, tout en économisant une partie de la force motrice ; ce troisième point est en réalité le plus important et constitue

1. Le vol. XII de ce Recueil donne le dessin et la description complète de ces machines.

le mérite réel de ce système, car sans cette propriété d'anéantir les chocs, les deux autres avantages signalés perdent leur importance.

Avant d'indiquer les résultats obtenus par une petite machine de ce système, qui fonctionne en Espagne, pour alimenter d'air un haut-fourneau, nous allons décrire en détail les particularités qui distinguent la construction de la belle et grande soufflerie à deux cylindres, construite sur les plans de M. Fossey, par M. L. Pérard, de Liége, pour fonctionner à l'Exposition universelle de Londres. Cette machine, parfaitement appréciée par les membres du jury des récompenses, a fait décerner une médaille à l'inventeur et au constructeur.

DESCRIPTION DE LA MACHINE SOUFFLANTE A DISQUES ROTATIFS

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 7 DE LA PLANCHE 9.

La fig. 1 est un plan général vu en dessus de la machine à deux cylindres accouplés, dessiné à l'échelle de 1/40 de l'exécution.

La fig. 2 représente, à une échelle double, l'un des deux cylindres soufflants en section verticale passant par l'axe.

La fig. 3 fait voir par bout les deux cylindres accouplés; celui de gauche extérieurement par derrière, et celui de droite en section faite transversalement par le milieu de la longueur.

La fig. 4 donne le détail en plan vu en dessus d'un cylindre soufflant.

Les fig. 5 à 7 sont des sections circulaires faites par les orifices d'entrée et de sortie d'air, pour indiquer les positions intermédiaires et extrêmes des disques mobiles qui ouvrent et ferment ces orifices en temps opportun.

Dispositions générales. — L'ensemble de l'appareil se compose, comme l'indique bien la fig. 1, de deux machines complètes, accouplées par l'arbre de couche A, qui porte ses deux manivelles de transmission *a*, le volant régulateur V, les excentriques *b* de distribution et de détente de la vapeur dans les cylindres moteurs B, et les deux pignons coniques *c* qui commandent les disques distributeurs des cylindres soufflants C.

Chacun de ces cylindres est fixé directement sur son bâti respectif D, qui porte en même temps le cylindre moteur correspondant, assujetti comme le premier au moyen d'oreilles venues de fonte avec lui, et par de forts boulons à écrous.

La vapeur arrive par la tubulure *b'* dans la boîte B', munie de son tiroir de distribution et d'un tiroir de détente, formé d'une glissière à longueur variable, système Meyer, au moyen d'une tige filetée en sens inverse [1],

1. On peut voir les détails de construction de ce système de détente dans le I[er] vol. du nouveau *Traité des moteurs à vapeur*, par Armengaud aîné.

que l'on manœuvre à l'aide du petit volant à main *v*. L'échappement de la vapeur, après qu'elle a produit son effet sur le piston, a lieu par la tubulure *d*.

La tige D′ de ce piston traverse les deux fonds du cylindre moteur pour s'assembler, d'un côté, avec la crosse *d′*, traversée par la tige munie des coulisseaux qui se meuvent dans les glissières E, de façon à assurer la marche rectiligne horizontale du piston. C'est entre la fourche de la crosse et sur la tige munie des coulisseaux qu'est reliée la bielle E′, communiquant le mouvement par la manivelle *a* à l'arbre moteur.

L'autre bout de la tige D′, qui traverse le fond opposé au cylindre moteur, est prolongé pour recevoir le piston P (fig. 2) qui se meut dans le cylindre soufflant C.

Dispositions spéciales des cylindres soufflants et des disques rotatifs distributeurs. — Chaque cylindre est fondu d'une seule pièce, avec une enveloppe reliée par des entretoises *c′*, de façon à laisser autour du cylindre un espace annulaire *e* dans lequel le piston P refoule l'air. Cet air trouve une issue par la tubulure *e′*, ménagée à l'enveloppe pour recevoir le tuyau d'échappement *f* (fig. 1).

Les produits réunis des deux cylindres sont conduits aux fourneaux qu'ils doivent alimenter d'air par le tuyau F′, d'une section double de ceux *f*, avec lesquels il est réuni par la culotte en fonte à trois brides F.

Les deux fonds G et G′ de chaque cylindre sont d'une construction identique, si ce n'est pourtant que les dimensions de la boite à étoupe *g* sont un peu moins grandes que celles de la boite *g′*; la tige D′ prolongée ne devant servir que de guide au piston, et par cela même étant d'un diamètre un peu moindre de ce côté.

Ces fonds sont fixés aux cylindres par des vis à tête noyée qui pénètrent dans des bossages ménagés pour les recevoir; ils sont percés de seize ouvertures trapézoïdales *h* convergeant au centre, ainsi qu'on peut le reconnaitre par la fig. 3.

Le corps du piston P est fondu avec un même nombre de saillies *p*, de formes correspondantes à celles des ouvertures, et de dimensions à peu près égales, de façon à pouvoir y pénétrer sans frottement à l'extrémité de la course, pour éviter les pertes d'espaces, et par suite de volumes d'air refoulé. Ce piston est à garniture métallique composée de deux segments; il est creux, et la plaque rapportée *p* que forme la seconde face est, comme la première et dans le même but, fondue avec des saillies de formes correspondantes aux ouvertures.

Les deux fonds G et G′ des cylindres ont leur face dressée pour recevoir les disques H et H′, qui y sont ajustés à frottement doux, reposant au centre par un collet parfaitement alésé sur la douille tournée au même diamètre, qui forme le presse-étoupe, et, à la circonférence, sur un cercle en fonte *h′*, taillé en biseau et fixé, par des boulons *i*, aux brides de l'enveloppe du cylindre. Pour plus de solidité, et pour obtenir un parallélisme

parfait, ces boulons occupent toute la longueur de l'enveloppe, afin de relier entre eux les cercles des deux fonds, à l'exception pourtant de la portion qui se trouve comprise entre la tubulure d'échappement, qui ne laisse pas de passage pour les boulons. Cet assemblage permet facilement aux disques de se mouvoir circulairement pour ouvrir et fermer en temps opportun les ouvertures pratiquées dans les fonds des cylindres.

Les disques H et H′ sont, à cet effet, fondus chacun avec 16 ouvertures d'aspiration *j*, de formes et de dimensions exactement semblables à celles *h* des fonds des cylindres. Dans les intervalles de ces ouvertures, ces disques sont fondus avec des espèces de nervures creuses *j′*, ouvertes du côté des fonds du cylindre, et également de formes correspondantes aux ouvertures; ces nervures sont réunies par une gorge circulaire; ce sont les orifices de refoulement proprement dits qui mettent l'intérieur du cylindre, à droite et à gauche du piston, en communication avec la capacité annulaire *e*, formée par l'enveloppe pour servir de conduit au vent forcé qui s'échappe par la tubulure *e′*.

Pour éviter le frottement des bords des disques sur les cercles de retenue *h′* sous la pression du vent, M. Fossey s'est appliqué à équilibrer cette pression de manière à la rendre presque nulle. Dans ce but il a disposé derrière chaque disque un plateau en fonte *k* mobile avec lui, de façon à former une sorte de chambre dans laquelle l'air refoulé pénètre par des orifices *i′* (fig. 2), pratiqués à l'intérieur des canaux creux de refoulement. Par ce moyen les deux faces du disque sont soumises à une même pression, et il peut alors tourner sans résistance.

Ces plateaux supplémentaires *k* sont montés à frottement doux sur les boites à étoupes *g* et *g′* des fonds G et G′ du cylindre; ils y sont retenus par des rondelles en fer *k′*, vissées dans l'épaisseur des boîtes; leur réunion avec le disque correspondant est obtenue à l'aide d'une forte rondelle en cuir serrée par deux cercles en fer *l*, l'un au moyen de vis dans le bord du plateau, l'autre dans l'épaisseur du disque.

Mouvement des distributeurs. — Le mouvement de la distribution, qui permet à l'air extérieur de pénétrer dans le cylindre sous l'aspiration du piston et qui, après avoir fermé les orifices d'aspiration, ouvre les canaux d'échappement dans la marche en sens inverse, pour le refoulement, est pris sur l'arbre moteur A.

A cet effet, cet arbre est muni de deux pignons coniques *c* (fig. 1), l'un commandant les disques du cylindre de droite, l'autre ceux du cylindre de gauche, par l'intermédiaire des roues d'angle *l′*, calées à l'un des bouts des arbres horizontaux L. Le bout opposé de chacun de ces arbres est muni d'un pignon droit *m*, engrenant avec une petite roue M. Celle-ci, par un bouton à vis *m′* (fig. 1 et 4), entraîne dans sa rotation le pignon *n*, qui engrène avec une couronne dentée fondue avec le disque H, auquel il communique ainsi un mouvement de rotation continue.

Le pignon n est calé sur l'arbre N, monté horizontalement dans deux paliers o venus de fonte avec l'enveloppe du cylindre soufflant. Cet arbre reçoit, à son autre extrémité, un pignon semblable n', qui engrène avec la couronne dentée du second disque H'; il lui donne le mouvement par l'intermédiaire d'un manchon o' (fig. 1 et 4) calé sur l'arbre N, et d'un boulon articulé, destiné à entraîner le pignon.

L'intermédiaire du boulon à vis m', pour entraîner la roue n, et du manchon o' avec son boulon articulé pour actionner la roue n', a pour but de permettre le réglage, avec une grande exactitude, des disques, de telle sorte que la position des canaux d'aspiration et de refoulement correspond bien avec les orifices pratiqués aux fonds du cylindre, et aux instants voulus.

Jeu de la machine. — Dans la fig. 2 nous supposons le piston marchant de gauche à droite; au départ, les orifices h sont complétement démasqués, c'est-à-dire que les ouvertures j pratiquées dans le disque H' se trouvent vis-à-vis de ces orifices, et l'air extérieur peut entrer librement à l'intérieur du cylindre; cette position correspond à celle de la fig. 5. De l'autre côté du piston, c'est la position inverse: les ouvertures h sont recouvertes par les conduits creux j' du disque H; par conséquent la communication s'établit entre cette partie du cylindre et la capacité e, qui donne issue par la tubulure e' à l'air refoulé. Cette position du disque de droite correspond à celle indiquée sur la fig. 7. La fig. 6 montre la position intermédiaire, quand les orifices sont complétement fermés par les disques.

Dans le mouvement de retour du piston, de droite à gauche, le contraire a naturellement lieu, le mouvement du disque H découvre les orifices h du fond G, et laisse pénétrer l'air de ce côté du piston, tandis que de l'autre, ce sont les conduits j' du disque H' qui se présentent devant les orifices h, pour diriger le vent forcé dans la capacité e'.

Le nombre des orifices étant de 16, les disques ne doivent se mouvoir que d'un seizième de tour à chaque coup double du piston, c'est-à-dire qu'il faut 16 coups doubles du piston pour une révolution complète des disques.

La machine motrice étant réglée pour une vitesse moyenne de 72 tours par minute, les disques n'accomplissent dans le même temps que

$$72 : 16 = 4^{t}5.$$

Les rapports des engrenages sont en effet calculés pour atteindre ce résultat.

Le pignon conique c, calé sur l'arbre moteur, a $0^{m}250$ au cercle primitif de la denture, et la roue d'angle l' $0^{m}500$; l'arbre de transmission n'est donc plus animé que d'une vitesse de 36 tours par minute.

Le même rapport de 1 : 2 existe entre le pignon m et la roue M, de

sorte que le pignon *n*, qui engrène avec la couronne dentée du disque, ne fait plus que 18 révolutions pendant que l'arbre moteur en fait 72.

Or, ce pignon *n* a 0m 312,5 de diamètre, et la couronne dentée 1m250 au cercle primitif, ce qui donne bien alors

$$\frac{0{,}312{,}5 \times 18}{1{,}250} = 4^{t}5.$$

On doit remarquer que le mode de distribution de l'air dans cette machine offre cette particularité : de permettre, si on le juge nécessaire, de diminuer encore la vitesse des disques sans changer celle des pistons ; il suffirait dans ce cas de changer les rapports des engrenages et de multiplier le nombre des orifices d'introduction et d'échappement.

En admettant la même vitesse moyenne de 72 révolutions par minute de l'arbre moteur, la vitesse rectiligne du piston, dont la course est de 0m 700, est dans le même temps de :

$$72 \times 0^{m}\,70 \times 2 = 100^{m}\,80,$$

soit seulement une vitesse de 1m680 par seconde, laquelle pourrait sans inconvénient être portée à 2 mètres.

RENDEMENT ET AVANTAGES DES SOUFFLERIES A DISQUES MÉTALLIQUES A MOUVEMENT ROTATOIRE.

Comme nous l'avons dit, M. Fossey, avant de faire construire par M. Pérard la grande machine dont nous venons de donner la description, en a fait exécuter une de petites dimensions dans ses ateliers de Lasarte, pour un haut-fourneau au charbon de bois situé en Espagne, à Villafranca, province de Guipuscoa.

Cette machine fournit du vent à la pression de 0m 08 de mercure par des tuyères dont les orifices sont de 0m 050 de diamètre. Le rendement du haut-fourneau, que l'on avait calculé sur une moyenne de 120 quintaux castillans de fonte pour 24 heures, est arrivé, au bout de deux jours de mise en train, à 150 quintaux dans le même temps, résultat inespéré, et dû au vent bien soutenu fourni par la machine qui est à double cylindre.

Cette machine, construite pour fonctionner à une vitesse de pistons de deux mètres par seconde, a donné les résultats attendus avec une vitesse de 1m40 seulement. A cette allure elle paraît marcher trop doucement, ce qui amène à penser que l'on pourrait réduire encore les dimensions de l'appareil sans craindre le dérangement et l'usure trop considérable des organes.

Depuis le 8 janvier de cette année (1862) que cette machine a été mise en marche, elle a été pour ainsi dire abandonnée à elle-même, et

le propriétaire de l'usine n'a pas cessé de montrer sa vive satisfaction à M. Fossey. De plus, elle présente cette particularité qu'elle est alimentée par de la vapeur produite par les gaz perdus du haut-fourneau, lesquels gaz sont beaucoup plus que suffisants pour les besoins du moteur ; le superflu pourrait être employé à d'autres usages, tel que le chauffage de l'air, ou même pour l'obtention d'une force motrice plus importante.

Cette machine donne aussi le mouvement par courroies à une transmission actionnant un tour à cylindre et deux pompes aspirantes et élévatoires pour le service des laminoirs, bâches des fours à puddler et du haut-fourneau, et lavage des minerais de l'usine.

La machine envoyée à l'Exposition de Londres est calculée pour pouvoir alimenter les plus grands hauts-fourneaux connus en Angleterre et en Belgique, hauts-fourneaux dont le rendement est en général de 25 à 30 tonnes de fonte en 24 heures, et la pression du vent de 18 à 30 centimètres de mercure. Étant disposée pour fonctionner à l'Exposition, elle est pourvue de tuyaux à vapeur, d'un régulateur d'air, avec application de pèse-vent ou manomètres indiquant la pression de l'air dans ledit réservoir, et d'une plaque circulaire sur laquelle sont fixées 7 tuyères à sortie conique, dont on peut mesurer les orifices pour se rendre compte par soi-même et de la somme totale des orifices d'écoulement et de la pression du vent.

Dans cet appareil on peut remarquer : 1° La grande facilité de son installation, le peu de frais qu'il nécessite, le tout étant monté sur un massif appliqué directement sur le sol ; un simple hangar suffit pour le couvrir et le tenir en état de propreté.

2° Par la valeur moindre de cette machine, comparativement à celles connues de la même puissance, valeur qui peut encore être réduite pour les établissements pourvus déjà de grands régulateurs d'air, et qui, par cela même, pourraient faire usage d'appareils à un seul cylindre soufflant au lieu d'une machine jumelle, comme aussi ceux qui contiendront plusieurs hauts-fourneaux et plusieurs machines. Dans ce cas, en réunissant l'air qu'elles refoulent, on pourrait faire usage d'appareils simples, ce qui offrirait cet avantage, qu'ayant une machine en excès, l'une ou l'autre pourrait être arrêtée pour les faibles réparations d'entretien qu'un long service rendrait à la fin nécessaires.

3° En examinant la bonne construction de cette machine, il est facile de se convaincre qu'elle ne peut être l'objet de réparations importantes. La longueur des boites à étoupe et leur rapprochement ne permettent ni usure trop grande de la tige, ni une flexion qui nuirait à son horizontalité. Les disques tournants n'appuient pas trop par leur poids sur les boites à étoupe qui leur servent d'axe, étant également soutenus par les cercles qui les embrassent à la circonférence.

Dans l'étude de la machine on a ainsi prévu l'usure de ces disques en leur communiquant leur mouvement de rotation uniforme continu par

des pignons qui les font tourner en les remontant de bas en haut; de plus ces disques sont équilibrés dans leur frottement par la pression de l'air agissant à leur partie extérieure, qui est en communication continuelle avec l'air comprimé de la chemise, d'où il résulte qu'il ne peut jamais y avoir séparation des disques d'avec les fonds percés des cylindres, et conséquemment les pertes d'air sont complétement évitées.

4° Le mouvement de rotation des disques distributeurs étant très-lent, puisqu'il faut 16 coups doubles de piston pour une révolution, la force nécessaire pour les faire mouvoir est presque insignifiante, surtout en raison de leur mouvement uniforme continu.

5° Enfin il n'y a pas d'espace calculable perdu à chaque fin de course des pistons soufflants, puisque ces pistons portent sur chacune de leur face des saillies qui emplissent à peu de chose près l'espace libre des orifices ménagés aux fonds des cylindres.

On peut donc dire qu'il n'y a presque pas de force motrice perdue dans cette machine, car tout y est utilisé. Il ne peut y avoir non plus d'air comprimé perdu par aucun joint ni surfaces frottantes.

La somme des sections d'orifice étant le cinquième de la surface totale de chacun des pistons, il n'y a ni sifflement pour l'entrée de l'air à l'aspiration, ni étranglement au refoulement.

Les espaces du parcours de l'air sont les mêmes en section depuis les pistons jusques et y compris le tuyau de conduite générale d'air, soit au régulateur, soit aux tuyères, s'il n'y a pas de régulateur.

Le graissage des surfaces frottantes des disques sur les fonds des cylindres se fait très-naturellement et de lui-même par l'écoulement de l'excès d'huile qu'on introduit dans les cylindres soufflants, laquelle huile sort à la partie inférieure des cylindres par les orifices et est relevée constamment par les disques tournants.

MACHINES-OUTILS

MACHINE A MORTAISER

A PLATE-FORME MOBILE VERTICALEMENT

CONSTRUITE

PAR M. L. PÉRARD

INGÉNIEUR-MÉCANICIEN A LIÉGE

(PLANCHE 10)

Dans le 1er volume de ce Recueil nous avons déjà donné avec beaucoup de détails les dessins et la description d'une première machine à mortaiser de MM. Sharp et Roberts, puis, plus tard, dans le IIe volume, une grande et belle machine de M. Cavé, que l'on a appliquée dans les ateliers de la marine. La machine que nous donnons aujourd'hui, tout en se rapprochant beaucoup de celles des constructeurs anglais, mérite cependant d'être citée pour l'ensemble de sa construction, le bon agencement de la commande, les formes bien appliquées, et surtout pour une disposition particulière qui permet d'élever, suivant les besoins, la table ou plate-forme sur laquelle se fixent les pièces à travailler.

Il sera facile de se rendre compte des combinaisons nouvelles de cette machine en examinant avec quelque attention les différentes vues dessinées sur la pl. 10.

La fig. 1 est une élévation du côté de la machine toute montée et prête à fonctionner.

La fig. 2 en est une vue de face du côté du porte-outil.

La fig. 3 est un plan, vu en dessus, du chariot ou plate-forme mobile sur laquelle se fixent les pièces à mortaiser.

Les fig. 4 et 5 représentent, en détail, la tête du porte-outil.

Toutes ces figures sont dessinées au 1/15 de l'exécution.

Les fig. 6 et 7 montrent, à l'échelle de 1/10, de face et en coupe, le détail du plateau-manivelle à rayon mobile.

Les fig. 8 et 9 font voir, de face et de côté, l'encliquetage servant à faire avancer le chariot.

CONSTRUCTION DU BATI ET DU CHARIOT PORTE-PIÈCES. — Le bâti principal A, en fonte d'une seule pièce, est percé d'ouvertures ménagées à pro-

pos et renforcé convenablement par d'épaisses nervures; son patin présente une large assise munie de renflements percés pour le passage de quatre forts boulons *a*, qui traversent également une plaque de fondation A', pour fixer le tout solidement sur un massif en maçonnerie engagé et scellé dans le sol de l'atelier.

Deux bras horizontaux B et B', venus de fonte avec le bâti, sont destinés à servir de guide au porte-outil ; sur sa face antérieure sont ménagées deux saillies verticales *a'*, convenablement dressées et taillées à queue d'hironde sur les côtés, pour recevoir le plateau mobile C, renforcé en dessous par deux fortes nervures *c*, et venu de fonte avec une double paire de coulisseaux, l'une verticale *c'* (fig. 3), pour se mouvoir sur le montant du bâti, l'autre c^2, disposée horizontalement pour recevoir le plateau E, destiné à se déplacer dans le sens perpendiculaire au bâti, au moyen d'une vis de rappel *d*. Celle-ci est ajustée à la console C, de façon à pouvoir tourner en déplaçant longitudinalement un écrou en bronze boulonné sous le plateau E.

Un second plateau F, engagé dans les coulisseaux *e*, venus de fonte avec la table E, se meut horizontalement et perpendiculairement à celle-ci, au moyen d'une vis *f* fixée à la table E, et d'un écrou solidaire avec le plateau F.

Il est aussi indispensable de pouvoir donner au besoin à la pièce en travail un mouvement circulaire, dans le cas, par exemple, où l'on devrait raboter le contour d'un moyeu de manivelle ou de toute autre pièce de forme analogue.

Ce mouvement s'obtient au moyen du plateau circulaire G, mobile autour d'un centre fixe, et muni d'un engrenage à denture hélicoïde *g*, qui reçoit son mouvement de la vis sans fin *g'*, montée sur un axe *h*. Ce plateau circulaire est muni de rainures dans lesquelles s'engagent les boulons qui servent à fixer la pièce à raboter.

L'on obtient de cette manière trois déplacements bien distincts du chariot : deux mouvements perpendiculaires l'un à l'autre, et le troisième circulaire autour d'un centre fixe, pour opérer sur des pièces de petites ou de grandes dimensions.

Comme il est très-important de pouvoir élever ou baisser la pièce à travailler suivant son plus ou moins de hauteur, le constructeur a établi une disposition particulière qui permet de monter ou de descendre la console C, sur laquelle se meut le chariot. A cet effet, sous cette console est engagée une forte vis à filets carrés H (fig. 2), qui pénètre librement au centre d'un support I, au sommet duquel repose l'écrou H', traversé par la vis.

Cet écrou est fondu avec quatre mancherons creux *i*, dans lesquels on introduit une barre de fer pour le faire tourner. Comme la vis H est engagée dans la console C au moyen d'une partie carrée, elle ne peut tourner ; il s'ensuit que l'écrou, ne pouvant l'entraîner dans ce mouvement,

l'oblige à monter ou descendre, et avec elle la console qui porte l'ensemble du chariot, suivant que l'on a tourné l'écrou à gauche ou à droite.

Du porte-outil et de sa commande. — Le porte-outil se compose d'une pièce carrée en fonte L, qui glisse verticalement sur les deux faces dressées et rainées à queue d'hironde des deux bras ou guides B et B', retenus par deux coulisseaux *b* et *b'*. L'extrémité inférieure est munie d'une mortaise *l*, de même épaisseur que l'outil O, dans laquelle celui-ci est introduit et maintenu au moyen de deux vis *o*, qui traversent les deux étriers en fer *o'*, s'agrafant dans des rainures pratiquées sur les côtés du porte-outil. La tête de celui-ci est, en outre, munie d'une rainure rectangulaire L' (fig. 4 et 5), dans laquelle peut se mouvoir un écrou de même forme N, que traverse une tige filetée *l'*, servant à régler le point d'attache *n'* de la bielle L'.

Dans ce but, cette tige est munie à sa partie supérieure du petit volant à main M, sur lequel on agit pour la faire tourner, et, comme elle est retenue prisonnière par le collet en bronze *n* (fig. 4), l'on conçoit que, suivant le sens de rotation, on fait monter ou descendre l'écrou verticalement, ainsi que le tourillon de la bielle avec lequel il ne fait qu'une seule et même pièce. De cette façon, on règle facilement la hauteur de la descente de l'outil par rapport au chariot porte-pièces.

L'extrémité inférieure de la bielle N' est montée à frottement sur un bouton ajusté dans une rainure pratiquée dans l'épaisseur du plateau circulaire O', formant manivelle à rayon variable pour régler la course du porte-outil. Pour cela, la rainure pratiquée dans l'épaisseur du disque O' (fig. 6 et 7) est taillée à queue d'hironde, et un écrou *p* de même forme y est engagé; une vis de rappel *p'*, logée dans l'intérieur de la rainure, traverse l'écrou, lequel est forgé avec une tige cylindrique qui sert de bouton de manivelle, pour recevoir la tête de la bielle N', serrée par un écrou *n'* contre une bague en fer.

Cet assemblage se déplace avec l'écrou quand, en agissant sur le petit volant à main p^2, on fait tourner la vis *p'*, ce qui permet de changer à volonté le rayon de la manivelle motrice, et, par suite, fait varier selon les besoins la course du porte-outil.

Le plateau-manivelle reçoit son mouvement de rotation continu de l'arbre horizontal *q* à l'extrémité duquel il est claveté. Cet arbre traverse un renflement A^2 ménagé dans le bâti, et reçoit à son autre extrémité une roue dentée R, qui engrène avec un pignon *r*, fixé sur l'arbre intermédiaire *r'* monté dans deux paliers que supportent deux consoles venues de fonte avec le bâti. Sur l'arbre *r'* est fixé le cône à poulie étagée S qui reçoit la commande du moteur. Un volant V sert à régulariser la marche de la machine.

Mouvements automatiques du chariot. — Sur l'arbre *q*, et dans un évidement pratiqué au bâti, est montée une camme à rainure T, dans laquelle peut se mouvoir librement un galet *t*, fixé à l'extrémité du levier T', dont

le centre d'oscillation se trouve un peu en dehors du bâti. Une longue coulisse est pratiquée dans l'épaisseur de ce levier pour fixer, au moyen d'un écrou, à une distance variable de son centre d'oscillation, la tête d'une longue tige t', qui se rattache par l'autre extrémité au levier U, lequel est fixé au bout d'un petit axe u, monté sur la table mobile C. Ce levier U est garni d'un petit rochet maintenu engagé par un ressort de pression dans les dents d'une roue u', fixée sur l'axe u (fig. 3, 8 et 9). Celui-ci, par l'intermédiaire de deux paires de petites roues d'angle q' et q^2, commande la vis d, qui actionne le plateau inférieur E, et entraine ainsi tout le système du chariot dans une direction horizontale, parallèlement à l'arbre de transmission de mouvement.

Le déplacement du plateau supérieur F sur celui E, dans le sens perpendiculaire, est obtenu par la combinaison mécanique suivante : La roue u' engrène avec une roue u^2, de même diamètre, montée sur l'arbre intermédiaire v, qui commande, au moyen d'une petite paire de roues d'angle, d'une roue droite et d'un petit pignon v', la vis f, qui fait avancer ou reculer le plateau F; une seconde paire de roues d'angle et de roues droites v^2, commandées également par l'arbre v', actionne l'arbre h, sur lequel est calée la vis g' qui commande le disque circulaire G.

On voit donc que, par ces renvois de mouvements, on obtient deux déplacements, l'un perpendiculaire à l'autre, et un troisième qui a lieu circulairement. Comme ces divers déplacements que l'on peut donner à la pièce mise en travail ne doivent pas s'effectuer simultanément, il est indispensable de pouvoir à volonté désembrayer l'un ou l'autre de ces renvois.

Ainsi, pour le déplacement du plateau inférieur E, il suffit, pour l'arrêter, de retirer une goupille qui traverse le moyeu du pignon q^2; il en est de même pour le renvoi v^2, qui commande le mouvement circulaire du plateau G. Quant au déplacement du plateau supérieur F, perpendiculaire à celui E, il est arrêté par le dégagement d'une petite vis à tête d'étau x (fig. 3) qui maintient engrené le pignon d'angle du renvoi v'.

Ces dispositions permettent donc d'obtenir tous les mouvements automatiques du chariot qui sont nécessaires, chacun indépendamment des deux autres, soit en en combinant deux ensemble, quand la forme des pièces à mortaiser l'exige. Une simple surveillance de la part de l'ouvrier chargé du travail suffit pour conduire utilement cette machine, dont toutes les parties combinées avec soin sont à la portée de l'ouvrier qui peut les manœuvrer avec la plus grande facilité.

NAVIGATION FLUVIALE

BATEAU TOUEUR A VAPEUR

LA VILLE DE SENS

DE LA COMPAGNIE DE TOUAGE DE LA HAUTE-SEINE

APPAREILS CONSTRUITS PAR M. CH. DIETZ

INGÉNIEUR-MÉCANICIEN A BORDEAUX

(PLANCHE 11)

APERÇU HISTORIQUE.

Le moyen le plus simple de faire marcher les bateaux sur les rivières pour remonter les courants est sans contredit le *halage;* il n'exige en effet qu'une simple corde fixée à une cheville ou à un mât de bateau, et tirée par les moteurs, hommes ou chevaux, qui cheminent le long du chemin de halage. Le seul système capable de remplacer avantageusement le halage est le *touage à la vapeur,* qui consiste à appliquer la puissance motrice à mouvoir des treuils placés à bord du *toueur*, et sur lesquels s'enroule sans interruption une chaîne ou câble attachée à un *point fixe*.

Les bateaux à vapeur avec roues à aubes ou à hélice, qui offrent comme avantage une marche rapide, ne peuvent être comparés, comme économie de traction pour les marchandises, surtout dans les forts courants, non-seulement au *touage* mais même au halage; car dans ces deux systèmes, la puissance de traction a un point fixe, tandis que, dans les bateaux à aubes, la principale perte de force provient du défaut de point d'appui de ces aubes qui agissent en vain contre un courant se dérobant à leur impulsion.

Les premiers essais de touage paraissent avoir été faits en 1732, par le maréchal de Saxe[1], mais ce n'est qu'en 1818 qu'on est parvenu à un premier résultat

1. Voir l'*Essai sur les bateaux à vapeur appliqués à la navigation intérieure et maritime de l'Europe*, par MM. Tourasse et Mellet. Paris, 1828-1829.

pratique. Le treuil, placé à bord du bateau, était mû par des chevaux, et composé de trois paires de poulies de diamètres inégaux, montées sur un même axe. Toutes ces poulies pouvaient au besoin tourner librement sur cet axe. Lorsqu'on voulait effectuer une remonte, on arrêtait celle avec laquelle on devait opérer, de manière à la rendre dépendante de son axe et par suite à la forcer de tourner dans le même sens ; la poulie correspondante était au contraire rendue libre sur son axe.

Les dispositions adoptées par le maréchal de Saxe ne pouvaient parer à l'inconvénient du choquage[1], son toueur ne marchait que par reprises successives et par petites longueurs, égales à la quantité de corde que pouvait contenir la gorge de la poulie en action. Ainsi, chaque fois qu'on avait parcouru une de ces distances ou enveloppé entièrement de câble l'une des poulies, on était obligé de s'arrêter pour rendre celle-ci libre sur son axe et y fixer ensuite une autre poulie. Cette dernière une fois fixée à l'axe, on se mettait de nouveau à remonter; la première poulie alors devenue libre, et pouvant tourner dans le sens opposé de l'axe, laissait dans le même temps développer sa corde qui était transportée en avant du toueur, au moyen d'un petit bateau mû par des chevaux, pour servir de nouveau point d'appui ; ces chevaux, comme on voit, pouvaient au besoin prendre une plus grande vitesse que le toueur, puisque le développement de la corde qu'ils devaient transporter était indépendant de la marche de celui-ci.

Les premières applications en grand du touage ont été faites, en 1820, à Lyon, sur la Saône, par MM. Tourasse et Courteaut[2].

Le toueur de ces ingénieurs était composé d'un bateau de forme ordinaire, à fond plat, de $5^m 20$ de largeur et 23^m de longueur, sur lequel était placée une plate-forme en charpente disposée pour recevoir un manége de 6 chevaux. Ceux-ci faisaient mouvoir un système de treuils doubles à gorges, placés sous le manége, au moyen d'engrenages de divers diamètres, qui permettaient de leur imprimer un mouvement plus ou moins rapide, quoique les chevaux ne marchassent qu'au pas.

L'emploi du treuil ordinaire et du cabestan ne permettant pas d'obtenir une marche tant soit peu rapide et continue à cause du *choquage,* on essaya, à diverses reprises, de les remplacer avec des rouleaux et poulies diversement disposés; mais ces moyens présentaient l'inconvénient de produire des frottements qui absorbaient une partie de la puissance et détérioraient promptement les câbles. Une seule disposition parut y remédier : ce fut la réunion de plusieurs poulies superposées les unes aux autres, et disposées de manière à former deux tambours placés à une petite distance l'un de l'autre.

Les effets obtenus sur la Saône avec ces toueurs ayant dépassé les espérances, on conçut l'idée d'appliquer en grand ce mode de navigation sur le Rhône, en substituant seulement des machines à vapeur aux chevaux. En conséquence, pour satisfaire aux désirs de quelques intéressés, on fit avec le dernier de ces toueurs, en mars et en juin 1822, deux voyages d'expériences de Givors à Lyon.

1. On appelle *choquer* l'opération par laquelle on est obligé de reporter la corde qui s'enroule sur un cabestan d'une extrémité à l'autre du cylindre, toutes les fois qu'elle est près d'atteindre le bout de ce cylindre, ce qui oblige de relâcher la corde et d'arrêter le mouvement du cabestan.

2. Le 8 mars 1819, MM. Tourasse et Courteaut prirent un brevet pour leur système.

Le résultat de ces deux expériences fut parfaitement identique, c'est-à-dire qu'on a remonté à chaque voyage 170 tonneaux métriques, en 18 heures de marche effective. La distance de Givors à la Mulatière, par le Rhône, étant d'environ 18,000^{m}, on a trouvé qu'elle avait été parcourue, lors des deux expériences ci-dessus, avec une vitesse moyenne de 1 kilomètre à l'heure.

Ces expériences ont été faites au moyen de 2,000^{m} de câble de 54 à 56 millimètres de diamètre, confectionné en engrelin avec du chanvre d'Italie de première qualité.

Ces câbles, répartis par portions égales dans deux petits bateaux nommés *coursiers*, étaient remontés en avant du toueur par des hommes, lorsqu'on opérait dans Lyon, et par des chevaux lorsqu'on opérait sur le Rhône; les câbles étaient amarrés à des points fixes, établis exprès, et jetés ensuite dans le chenal; après avoir amarré le câble du premier coursier au point d'appui, ce bateau était redescendu vers le toueur pour recevoir son câble, à mesure que les treuils le rejetaient et que le toueur se portait en avant. L'autre coursier, après avoir porté son câble 1,000^{m} plus haut, à un second point d'appui, le jetait également dans le chenal en descendant jusque vers le premier point d'appui, où il s'arrêtait pour qu'on réunît l'extrémité de son câble à l'extrémité de celui qu'on y avait déjà fixé; cette opération se faisait de manière que les câbles ainsi réunis pouvaient former à volonté une même longueur avec celui fixé au deuxième point d'appui.

Dès que les premiers 1,000^{m} de câble avaient été recueillis et lovés par son coursier, celui-ci était de nouveau conduit au-devant du toueur pour qu'on pût fixer son câble à un troisième point d'appui, et on opérait en le descendant de la manière que nous venons de décrire. En continuant d'agir ainsi avec chaque coursier, après qu'il avait recueilli sa corde, on pouvait donc avoir continuellement (quand la marche des coursiers ne se trouvait pas trop entravée), 1,000^{m} de câbles transportés en avant du toueur, et 1,000 autres mètres en action, et servant de point d'appui pour la remonte.

Dans la même année (1822) que MM. Courteaut et Tourasse établirent un service de touage sur la Saône, M. Vinchon de Quémont essaya un toueur à vapeur sur la Seine. Le mécanisme de ce toueur, construit d'après les procédés de MM. Montgolfier et Dayme, était composé d'une poulie ou treuil, servant pour la remonte, de 1^{m} 25 de diamètre, dont la gorge avait 0^{m}55 de largeur; cette poulie, montée sur un arbre vertical et en saillie au-dessus du pont du bateau, pouvait tourner à volonté à droite et à gauche, au moyen de roues d'*angle* qu'on engrenait et dégrenait à cet effet; elle était mue par une machine à vapeur du système de Watt, de la puissance de 6 chevaux, qui, d'après M. Montgolfier, produisait des effets égaux à 10 chevaux de halage.

Pour le transport de leurs câbles, ces messieurs avaient eu l'intention d'imiter les manœuvres de l'appareil du maréchal de Saxe; mais, n'ayant pas saisi, à ce qu'il paraît, ce qu'elles avaient de bon, ils ne purent transporter leur câble qu'avec une vitesse égale à celle de leur toueur, ce qui était insuffisant. Ils reconnurent aussi après quelques expériences « qu'il y aurait de l'avantage à transporter les cordes lovées sur des bateaux, *au lieu de les étirer en avant comme ils l'avaient d'abord projeté.* »

M. Édouard de Rigny, convaincu que la non-réussite des tentatives faites sur la Seine, par MM. Montgolfier et Dayme, provenait des mauvaises dispositions

du mécanisme de leur toueur, résolut d'acheter, au nom d'une société, les procédés de touage et de remorque imaginés par MM. Courteaut et Tourasse, et appliqués depuis 1821 sur la Saône, pour en faire usage de Rouen à Paris, en substituant seulement la vapeur aux chevaux, les chaînes aux cordes, et en faisant usage de celles-ci par bouts, *formant ensemble une longueur égale à la distance à parcourir,* ainsi que plusieurs autres perfectionnements que ces deux mécaniciens avaient apportés depuis cette époque à leurs inventions primitives[1]. A cet effet, il forma, en 1825, une société sous la dénomination d'*Entreprise des remorqueurs sur la Seine*.

Le mécanisme du toueur *la Dauphine,* que cette Compagnie fit exécuter, était placé sur un bateau à fond plat de 21m de long sur 12m85 de large; il se composait d'une machine à vapeur rotative, construite par M. Pecqueur, d'une puissance de 30 chevaux, faisant mouvoir un treuil ordinaire de 0m37 de diamètre sur 0m65 de long, au moyen d'une roue d'engrenage de 1m30 de diamètre montée sur l'axe de la machine, et engrenant avec une autre roue de 0m75 de diamètre; sur l'axe de cette dernière était adapté un volant de 2m92 de diamètre, ainsi que les roues à aubes de même dimension; ces roues servaient pour activer la descente; sur l'axe du volant était fixée une poulie de 0m54 de diamètre, dont la gorge était disposée de manière à s'engrener avec une chaîne qui transmettait le mouvement du moteur à une poulie semblable, placée entièrement à la proue du bateau, laquelle servait enfin à mouvoir une autre poulie montée sur le même axe; celle-ci, qui avait aussi 0m54 de diamètre, était à compartiments mobiles, et la gorge offrait des arêtes sur lesquelles s'accrochait la chaîne qui servait à remonter le toueur.

Le rapport des deux engrenages qui transmettaient le mouvement aux poulies étant de 1,5 : 1, il en résultait que, lorsque la machine motrice faisait dix révolutions par minute, le toueur marchait avec la vitesse de 1015 mètres à l'heure, ou de 0m 28 par seconde.

La machine motrice ne pouvait faire que 10 à 12 révolutions par minute, vu la difficulté de mouvoir vivement les cloisons mobiles qui servaient de point d'appui à la vapeur, ou de contre-partie à l'aile rotative qui faisait les fonctions de pistons[2].

D'autres tentatives ont encore été faites sur la Saône par M. F. Bourdon, de Mâcon, en 1826 et 1827, au moyen des toueurs *l'Océan* et *la Méditerranée*, portant des machines à vapeur de 30 chevaux qui faisaient mouvoir des roues à aubes et un long treuil horizontal de 1m13 de diamètre, sur lequel s'enroulaient environ 600 mètres de cordes.

Pour opérer la remonte, chacun de ces bateaux amarrait d'abord son câble au premier des bateaux chargés qu'ils devaient remonter; puis l'un d'eux se portait en avant au moyen de ses roues à aubes, en développant la corde de son treuil; arrivé à l'extrémité de cette corde, il se fixait dans le chenal, au moyen de deux longues gaffes suspendues sur les flancs du bateau, ou quelquefois au moyen d'une ancre; après avoir rendu les roues à aubes indépendantes de la

1. Le 31 décembre 1821, M. Courteaut prit un nouveau brevet pour des perfectionnements à ce système de navigation.

2. Dans le IIe volume de notre *Traité des moteurs à vapeur*, nous avons donné le dessin et la description de cette machine rotative, bien perfectionnée par M. Pecqueur depuis ces premiers essais.

machine, on appliquait celle-ci au treuil, et l'on effectuait la remonte *en tirant à soi la corde* et les bateaux chargés. Pendant cette manœuvre, l'autre toueur se portait en avant du premier, et allait se fixer comme lui dans le chenal, après avoir développé sa corde : il opérait ensuite la remonte de la même manière que le précédent.

Si cette manœuvre eût pu s'effectuer sans trop de difficulté ni de dépense, cela eût rendu superflu l'emploi des grandes longueurs de câbles ; mais il n'en est point ainsi, attendu qu'on perdait beaucoup de temps à dérouler les câbles en remontant, même en se faisant aider par des chevaux de halage, et qu'ensuite ces câbles s'usaient d'une manière effrayante.

Des tentatives de touage sur le Rhône ont aussi été faites de Givors à Lyon, en décembre 1827, au moyen d'un bateau à vapeur nommé *le Remorqueur*, appartenant à MM. Séguin, Montgolfier, Dayme et Cie.

Le mécanisme principal de ce toueur était composé de deux poulies horizontales, dont l'une était à double gorge ; le câble, après avoir passé sur tout leur contour, était saisi par deux petites poulies, dont les axes se rapprochaient au moyen d'une vis, pour les roidir dans les gorges des grandes poulies ; tout ce système était mû avec une vitesse invariable par rapport à la machine motrice, dont le mouvement était transmis aux poulies par des roues d'angle, adaptées sur l'axe des roues à aubes, de sorte que celles-ci tournaient en même temps que les poulies, et occasionnaient une résistance en pure perte quand elles marchaient plus vite que le courant, ce qui a toujours lieu.

La manœuvre des câbles dont MM. Séguin ont d'abord voulu faire usage consistait à faire porter par un bateau à vapeur à *rames*, dit *voltigeur*, et à amarrer à un point fixe, disposé à cet effet, l'extrémité d'une grande longueur de câble sur laquelle on devait remonter ; ensuite à faire redescendre ce *voltigeur* vers le toueur, afin qu'il reçût une partie de ce câble au fur et à mesure que les poulies le rejetaient, pour après transporter ce nouveau câble en avant du toueur et l'aller amarrer à un point d'appui, et enfin redescendre vers le toueur pour y prendre une autre longueur de câble et faire une manœuvre semblable à celle que nous venons de décrire.

MM. Tourasse et Mellet donnent, dans leur *Essai sur les bateaux à vapeur*, la description suivante d'un toueur de la puissance de 24 chevaux qu'ils proposaient, en 1829, pour faire le service de la Seine de Rouen à Paris.

Le bateau de ce toueur, comme la plupart des bateaux à vapeur ordinaires, devait être à fond plat et muni de roues à aubes pour faciliter sa descente. Quand ce bateau devait passer par des écluses ou des passages très-étroits, on le disposait de manière que ses roues à aubes rentrassent sur les côtes, de toute leur épaisseur. Le mécanisme pour effectuer le touage se composait principalement de deux cylindres à gorges ou treuils, sur lesquels s'enroulait un câble arrêté à un point fixe. Ces treuils étaient pourvus de gorges pour retenir le câble et éviter le grave inconvénient du choquage.

La chaîne, dite câble de fer, sur laquelle on remontait, était un peu plus longue que la distance à parcourir. Elle était composée de bouts d'égale longueur, qui différaient de grosseur en raison des obstacles à surmonter. Elle était fixée d'abord par une de ses extrémités un peu au delà du point où devait commencer le service. A des distances diverses, pour faciliter les manœuvres, aux passages des ponts ou des très-forts courants, et principalement pour que

l'effort se fit en entier sur les forts bouts de chaîne dans les moments difficiles, elle devait être arrêtée à de faux points d'appui, placés sur une des rives, c'est-à-dire à des points d'arrêt en fer, où une des mailles de la chaîne pouvait être arrêtée à volonté. Pour dégager la chaîne des faux points d'appui, on se servait d'un levier fourchu en fer qui prenait la maille servant d'arrêt par dessous, et la faisait sauter de l'entaille où elle était retenue, en appuyant vivement et avec force le levier sur un point solide et disposé à cet effet. En adoptant une forte poulie en fer à chaque faux point d'appui, on pouvait ramener la chaîne, au moyen d'un bout de chaîne fixé par une de ses extrémités au toueur, et de l'autre à la chaîne qui était retenue aux faux points d'appui.

Dans le cas où le poids de la chaîne sur laquelle on remontait n'eût pas été suffisant pour faire tourner la poulie qui devait la diriger dehors du bateau, cette poulie devait être commandée par une petite chaîne qui lui imprimait le mouvement nécessaire. La gorge de ces poulies pouvait de plus être disposée de manière à former engrenage avec la chaîne sur laquelle on marchait.

Les roues à aubes dont le bateau était muni servaient à activer la descente du toueur quand il naviguait dans un courant peu rapide.

Tels sont les divers moyens décrits dans l'ouvrage remarquable à plus d'un titre de MM. Tourasse et Mellet, qui, en 1828, arrivait à la conclusion, que l'on pouvait varier de bien des manières le mécanisme d'un toueur, mais qu'en résumé on serait conduit par la théorie et l'expérience à ne point s'écarter des conditions suivantes :

« 1° Disposer les cylindres, treuils ou poulies sur lesquels s'enveloppent les câbles, de manière à obvier complétement au choquage ; 2° parfaitement consolider ces cylindres et empêcher leur rapprochement en interposant entre eux un rouleau en fer ; 3° éviter que le câble éprouve aucun frottement ; 4° disposer les treuils de manière à pouvoir coordonner à volonté leur vitesse avec celle des courants à surmonter ; 5° ne point faire usage de roues d'angle pour transmettre le mouvement du moteur aux treuils ; 6° et enfin, ne point faire usage de cordes, mais bien de *chaînes à entretoise* dites câbles en fer, *de longueur égale aux distances à parcourir,* et disposées de manière qu'on puisse les allonger et raccourcir facilement, suivant les besoins. »

On verra bientôt, par la description détaillée que nous donnons du bateau toueur de M. Dietz, jusqu'à quel point MM. Tourasse et Mellet avaient prévu les perfectionnements qu'il était indispensable d'apporter à ce système de navigation pour le rendre pratique. Mais avant, nous allons passer rapidement en revue les principales dispositions mécaniques essayées ou proposées depuis et avant les auteurs pour résoudre, d'une manière analogue, le problème du touage.

On connaît les applications assez nombreuses faites, sur les rivières à courant rapide, d'un bateau amarré muni de roues à palettes à axe horizontal. Le courant, en agissant sur les palettes, les fait tourner et l'axe des roues transmet le mouvement aux meules d'un moulin installé sur le bateau ou à tout autre mécanisme.

En transmettant ce mouvement à des treuils ou poulies, disposés de manière à pouvoir tourner à volonté dans les deux sens, on conçoit qu'en entourant les treuils d'une chaîne ou corde, arrêtée par ses extrémités à des points fixes, le bateau devra monter ou descendre selon le sens dans lequel les treuils tournent, ou bien, s'il est fixe, il pourra, après avoir détaché la chaîne des points d'appui, contourné une de ses extrémités sur les treuils et attaché l'autre bout à un autre bateau mobile et chargé, attirer celui-ci vers lui.

On a donné à ce système de touage le nom d'*aquamoteur*, à cause du genre de force qui le met en mouvement. Les plus anciennes expériences constatées de son application remontent à 1729. Elles furent faites à Paris, par ordre de l'Académie des sciences, sur une machine de M. Boulogne que celui-ci avait imaginée dès 1702. Cette machine consistait en quatre roues à aubes dont deux de $4^{m}86$ de diamètre sur $3^{m}24$ de largeur, placées vers l'arrière d'un bateau; les deux autres, placées vers l'avant, ne portaient que $3^{m}88$ de diamètre sur $2^{m}59$ de largeur; les tambours ou treuils sur lesquels s'enveloppaient les cordes étaient montées sur les axes des roues à aubes.

Les essais faits sur cette machine et sur une autre d'une disposition analogue due à M. Caron [1] prouvèrent que ce système pouvait fonctionner, ainsi que la théorie le démontrait, mais que dans la pratique il présentait des difficultés qui le rendaient loin d'être supérieur aux moyens connus de remonte.

De 1819 à 1820 de nouvelles expériences furent faites sur le Rhône par MM. Tourasse et Courteaut qui, malgré des résultats assez satisfaisants en apparence, constatèrent que plusieurs difficultés inhérentes à ce genre de remonte, et principalement les différentes vitesses des courants, devaient faire échouer toutes les tentatives de ce genre, surtout lorsqu'il s'agira d'opérer sur une grande distance.

Dans l'idée qu'en faisant usage de bateaux aquamoteurs fixes, échelonnés à environ 1,000 mètres les uns des autres et placés dans les endroits où le courant avait le plus de rapidité, on parerait à toutes les difficultés que présentent les aquamoteurs mobiles, ou se remontant comme le fardeau, une société fit construire dix-huit bateaux avec roues à aubes, qu'elle fit placer, dans le commencement de 1828, entre Givors et Lyon. Ces bateaux, qui étaient destinés à ne remonter qu'un seul bateau chargé à la fois, ne furent que pendant très-peu de temps en activité, attendu que les frais énormes qu'occasionnait leur manœuvre excédaient de beaucoup les produits qu'on en pouvait tirer.

Les machines avec roues à aubes ne sont point les seules de ce genre : plusieurs personnes, entre autres M. Thilorier [2], avaient imaginé de se servir de corps flottants, dont on augmentait à volonté la surface, selon la grandeur et la charge du bateau à remonter ou la vitesse qu'on tenait à lui imprimer. Pour effectuer la remonte avec cette machine, on y attachait d'abord l'extrémité d'un long câble, après l'avoir passé dans la gorge d'une poulie disposée pour cet usage et arrêtée à un point fixe; ensuite on laissait descendre l'appareil, qui entraînait naturellement la corde et le bateau amarré à son autre extrémité. L'effet de cette machine peut se comparer à celui de deux seaux de puits dont l'un monte quand l'autre descend.

1. Les détails de ces expériences sont consignés dans les *Machines et Inventions approuvées par l'Académie des sciences* de 1720 à 1726. Paris, 1735, tome IV.

2. *Bulletin de la Société d'Encouragement*, année 1817, page 112.

Cette idée d'utiliser le courant du fleuve pour la remonte des bateaux se retrouve chez un assez grand nombre d'inventeurs. Nous pouvons citer le brevet de M. Moysen, pris le 9 septembre 1845, pour un *remonteur des fleuves*, dans lequel des roues à aubes mues par le courant actionnaient des griffes prenant leur point d'appui au fond de l'eau.

Ce dernier moyen a eu aussi bon nombre d'imitateurs; en août 1847, M. Clément-Desormes fils prit un brevet d'invention pour un *grappin à vapeur*. Sur l'avant d'un bateau à roues à palettes était un cylindre à vapeur ordinaire qui faisait mouvoir directement par sa tige de piston, bien guidée dans des coulisseaux, une grande bielle traversant la hauteur du bateau dans une gaîne ménagée au milieu de sa largeur. Cette bielle, terminée par une sorte de sabot, était le *grappin* proprement dit; elle pouvait prendre une inclinaison plus ou moins grande, suivant les fonds des rivières. Le piston, lui donnant un mouvement de va-et-vient, la faisait butter contre le fond à chaque demi-révolution; le bateau devait alors marcher par intervalle, mais, suivant l'auteur, d'une manière presque continue à cause de la vitesse acquise de la masse qui avançait dans les intervalles d'action jointe à la vitesse donnée par les roues à aubes qui travaillaient en même temps. M. Clément-Desormes proposait aussi de supprimer les roues en disposant sur le bateau trois grappins à vapeur semblables qui, agissant alternativement, le feraient avancer d'une manière continue et tout à fait régulière.

En 1849, M. Goutèle, à Givors, se fit breveter pour un système de bateau à grappins mus par la vapeur avec roues à aubes, destinées à aider de leur puissance d'action sur le courant les grappins prenant leur point d'appui au fond de la rivière. La machine à vapeur était placée au milieu environ du bateau et actionnait un arbre horizontal muni de deux roues à aubes à ses extrémités et forgé avec trois manivelles qui, par des bielles, faisaient mouvoir dans des coulisses obliques les arbres munis des grappins. Ceux-ci, au nombre de huit, étaient disposés par paires dans des espèces d'auges ménagées de chaque côté de l'arbre de couche, près de l'avant et de l'arrière du bateau.

Dans la même année 1849, M. Lawes, de Londres, s'est fait breveter pour un système de remorquage à la vapeur sur les rivières et canaux, consistant dans l'emploi, entre la force motrice placée sur le bateau remorqueur, de roues dentées engrenant avec des voies ferrées fixées sur les berges pour guider le convoi et en faciliter le remorquage.

M. Quesneau, à Nantes, a pris un brevet en 1850 pour un bateau remorqueur muni de roues à aubes mues par le courant. Sur l'arbre de ces roues était placé un tambour qui, au moyen d'une chaîne, donnait le mouvement à une roue à dents saillantes marchant au fond de l'eau, cette roue étant reliée à l'avant du bateau par deux bras à charnières.

Une application analogue de *roues à grappins* a été proposée en 1851 par MM. Philippe et Langlois de Lemichon. Cette roue était armée de longues dents et placée près de l'avant du bateau dans un coffre dont le fond était percé pour la laisser sortir et toucher le sol. L'axe, mobile dans un support à coulisse circulaire, était commandé par une courroie et la poulie motrice mue directement par une machine à vapeur.

Dès 1840, MM. Verpilleux frères, à Rive-de-Gier, s'étaient fait breveter pour un système de bateaux à vapeur remorqueurs dits à grappins qu'ils ont ensuite perfectionnés notablement de concert avec M. Genissieux, ainsi qu'il résulte

d'un brevet pris le 8 janvier 1853 [1]. Les perfectionnements consistaient principalement dans la disposition des volées ou bras qui relient la roue à grappins au bateau remorqueur. Ces bras étant obligés de prendre une forte inclinaison quand le lit de la rivière est profond, la roue, dans ce cas, perdait une partie de son poids et par suite de son adhérence. Pour remédier à ce grave inconvénient, les inventeurs cherchèrent à changer le point d'attache des bras; ils le placèrent du côté de l'avant du bateau, et la roue à grappins à l'arrière. Par cette disposition, cette roue, au lieu d'attirer le bateau remorqueur, ainsi que les bateaux remorqués, les poussait pour ainsi dire devant elle, de telle sorte que, plus il y avait de traction et de profondeur, plus la roue à grappins trouvait d'adhérence sur le lit du fleuve. Cette augmentation d'adhérence, empêchant tout glissement de la roue, permettait d'employer plus utilement la force des machines à vapeur, et, par conséquent, de remorquer un poids plus considérable.

Sur ce fait, démontré par l'expérience, que l'adhérence d'une chaîne sur le sol, est de 70 à 80 p. 0/0 du poids de la partie en contact, plusieurs inventeurs ont proposé la construction de bateaux remorqueurs exerçant leur puissance motrice sur le lit des cours d'eau, par l'intermédiaire de chaînes sans fin. Sur ce principe, MM. Moreaux et Gatget, à Lyon, ont fait la demande d'un brevet le 2 décembre 1853, signalant que deux inconvénients principaux s'étaient opposés à l'application de ce système, provenant tous deux de l'immobilité de l'axe des poulies extrêmes sur lesquelles devait passer la chaîne. De ces dispositions il résultait en effet : 1° que le bateau était, pour ainsi dire, solidaire de la partie de la chaîne en contact avec le sol, et qu'il ne pouvait, par conséquent, se diriger dans les contours; 2° que la chaîne étant projetée d'un point fixe, il se formait à l'avant, pendant le passage d'un niveau du sol à un niveau plus élevé, des amoncellements de maillons qui, au moment d'être soumis à l'action du moteur, se tendaient subitement et amenaient des mouvements de recul très-préjudiciables à la marche. Les moyens proposés par MM. Moreaux et Gatget pour parer à ces inconvénients consistaient principalement dans la mobilité des poulies extrêmes; elles étaient montées sur des chariots roulant dans le sens transversal du bateau, et la chaîne, n'allant pas jusqu'à l'extrémité, laissait une partie de l'avant et de l'arrière complétement libre; une série de galets disposés à des distances convenables sur le pont supportaient la chaîne mue au moyen d'une poulie à empreinte actionnée par une machine à vapeur placée près de cette poulie au milieu du bateau [2].

1. M. Verpilleux a appliqué de 1849 à 1850 son système de bateau à grappins sur le Rhône pour le transport d'Arles à Lyon, concurremment avec les bateaux à vapeur. Mais bientôt après, le chemin de fer amena la ruine de la batellerie du Rhône.

2. Un journal anglais (*Journal of the Society of Arts*) mentionne les expériences d'un système analogue faites en 1859 sur le canal de Bridgewater, entre Patricroft et Leigh, par une société dite : *The chain Propeller Company*. Les expériences ont été faites en présence de M. Bryson, ingénieur du canal, sous la direction de l'inventeur, M. William Robertson, avec un bateau d'essai muni d'une machine à vapeur de 8 chevaux disposée à l'avant. Cette machine actionnait deux poulies à empreintes montées sur le même axe, sur lesquelles passaient deux chaînes sans fin soutenues sur le pont par des galets, et à l'extrémité du bateau par deux poulies semblables à la poulie de traction. Ces chaînes étant assez lâches pour atteindre le fond où elles reposent, chaque chaîne peut être considérée comme une série d'ancres placées au fond du canal que l'arrière du

En 1853, M. Arnoux, ingénieur de mérite, auteur du matériel de chemins de fer à trains articulés, a pris un brevet pour un système de touage qu'il fit construire en 1856, et qui fonctionna vers cette époque sur le bassin et le canal de La Villette.

En principe, ce système diffère peu de celui de M. Tourasse, adopté généralement, quant à l'emploi de la chaîne en fer d'une longueur égale à celle de la distance à parcourir; mais les dispositions du treuil et du bateau présentent quelques particularités nouvelles. Le toueur était composé de deux bateaux jumeaux réunis au milieu par le bâti de l'appareil de traction, et aux extrémités par des tirants convenablement disposés. Le bâti de l'appareil de traction était à fleur d'eau; la chaîne, jetée dans le canal, passait dans une sorte de filière, et ses maillons s'engageaient entre les dents de deux roues tournant horizontalement en sens inverse, de manière à appeler la chaîne sans enroulement. Le moteur à vapeur agissait directement sur l'axe de l'une des roues, et celui-ci le communiquait à l'autre roue par une paire d'engrenages droits. La machine était de la force de 10 chevaux et devait pouvoir remorquer 700 tonnes de poids utile, avec une vitesse moyenne de 4 kilomètres à l'heure.

En 1857, M. Faivre, ingénieur à Nantes, dont nous avons eu déjà l'occasion de citer quelques intéressants travaux, s'est aussi occupé de l'importante question du touage. Le but qu'il s'était proposé était la suppression de la chaîne sous toute la longueur du chemin à parcourir, en la remplaçant par un ancre fixe sur lequel la traction s'opérait. Un bateau à aubes ou à hélice faisait le service des ancres ou remontait la chaîne pour la fixer à chaque station.

Dans cette même année 1857, MM. Mougel-Bey et Caïl se sont fait breveter pour un mode de la puissance motrice dans le touage des bateaux, qui a pour but principal la substitution de chaînes plates ou rails articulés aux chaînes à maillons employées généralement. Le système de *tractions à un point fixe* reste le même, mais l'entraînement n'a plus lieu que par adhérence, au moyen de roues, de façon à produire l'effet inverse des roues de locomotives cheminant sur rails. Ce système permettrait, suivant les inventeurs, de diminuer notablement les frottements, et de pouvoir augmenter sensiblement la vitesse des toueurs.

Depuis que le canal Saint-Martin est couvert dans une partie de son parcours dans Paris, ce qui a permis la suppression des ponts multipliés qui entravaient la navigation, on a fait l'application d'un petit toueur à vapeur construit par M. Sautou, dont le treuil d'enroulement, au lieu de se trouver au milieu du bateau, est placé sur le côté, de façon à laisser la chaîne libre de retomber immédiatement dans l'eau. Cette disposition ne nous paraît offrir qu'un avantage tout local; mais ce qui peut être d'une application avantageuse à ce système de remorquage, c'est celle d'un bateau-frein de l'invention de M. Bouquier, placé

bateau jette continuellement, pendant que l'avant lui en fournit de nouvelles. Dans un premier essai, on a obtenu avec ce bateau une vitesse de 4 milles à l'heure. Ayant reconnu que le bateau était trop chargé à l'arrière, et que par suite les poulies étaient dans l'eau, ce qui retardait la marche, on a pu faire, en évitant cet inconvénient, 5 milles à l'heure. Une autre expérience a permis de constater que la chaîne avait parcouru 8 milles pendant que le bateau n'en avait fait que 6, c'est-à-dire que la chaîne avait glissé au fond du canal de la différence de ces deux parcours.

à l'arrière du convoi. Ce frein a pour but, lors de l'arrêt du toueur, de neutraliser la vitesse acquise des bateaux remorqués, et d'éviter par suite qu'ils ne se choquent entre eux.

M. Bouquier propose aussi, spécialement pour la navigation sur les canaux, un appareil de touage dans le genre de celui appliqué sur le canal Saint-Martin, c'est-à-dire le treuil placé sur le côté au lieu d'être placé au milieu du bateau. M. Bouquier adopte cette disposition dans le but d'en rendre l'application plus facile à tous les bateaux, sans autres aménagements supplémentaires et spéciaux que celui d'une locomobile à vapeur pour actionner le treuil. Avec ce système il ne serait plus nécessaire, d'après l'auteur, de créer à grands frais un matériel spécial; tous les bateliers pourraient l'adopter, et n'auraient à payer qu'une redevance pour l'usage de la chaîne.

Sans rien préjuger d'un tel système, nous croyons que son application peut présenter quelques inconvénients dans un service régulier, quand ce ne serait que pour prendre et quitter la chaîne, soit au départ et à l'arrivée, et livrer passage au bateau naviguant en sens inverse, soit pour toujours conserver entre les bateaux marchant dans le même sens la distance nécessaire pour éviter la tension de la chaîne. Sous le point de vue économique, nous doutons qu'il y ait avantage pour les bateliers d'avoir à bord une locomobile, du charbon et un chauffeur mécanicien pour soigner le moteur; car, en sus des frais d'achat et d'entretien de la machine, quand le bateau est en charge ou en décharge, ce supplément obligatoire, ne fonctionnant plus, coûte sans rapporter. Nous trouvons donc que le toueur pouvant remorquer un grand nombre de bateaux à la fois est tout aussi simple et doit donner une économie de traction appréciable sur ce dernier mode.

Nous reconnaissons pourtant que ce système rend possible, jusqu'à un certain point, l'application du touage sur les canaux, en ce que chaque bateau, se touant lui-même, peut pénétrer dans les écluses, ce qui n'aurait pas lieu avec un toueur remorquant à sa suite plusieurs bateaux.

A notre avis, et nous sommes d'accord en cela avec plusieurs ingénieurs [1], le touage sur les canaux est loin d'être aussi avantageux que sur les fleuves. Sur ceux-ci les propulseurs, aubes ou hélices, des bateaux à vapeur prennent leur point d'appui sur un liquide animé d'une vitesse dirigée en sens inverse de la marche; le recul est donc infiniment plus considérable que sur les canaux où l'eau est sans courant. Il en résulte naturellement que sur ces derniers les porteurs munis de roues ou d'hélices donnent relativement un meilleur effet utile, et qu'il est aussi plus facile, au halage ordinaire, au moyen de chevaux, de remorquer les bateaux dans des conditions sensiblement plus économiques qui font disparaître en partie les avantages que présente l'usage des toueurs à vapeur sur les fleuves et rivières.

Le rapide examen que nous venons de faire des principaux systèmes essayés ou seulement proposés jusqu'ici pour améliorer la navigation des fleuves, rivières et canaux, au point de vue du transport économique des marchandises, en remorquant à la fois un grand nombre de bateaux

1. M. Dubied, dans une des séances de la Société des ingénieurs civils, a émis la même opinion en l'appuyant de données analogues.

chargés, permettra sans doute de mieux apprécier les dispositions adoptées de préférence comme donnant les meilleurs résultats pratiques.

La simplicité des bateaux toueurs qui font depuis longtemps déjà le service de la haute Seine est devenue telle, le fonctionnement si régulier et la manœuvre si facile, que l'on est étonné que ce système ne soit pas plus répandu[1], car les avantages qu'il présente sont réellement incontestables, comme nous le ferons remarquer à la suite de la description que nous allons donner du bateau et des machines du toueur *la Ville de Sens*, l'un des derniers bateaux que M. Dietz a installés pour le compte de la Compagnie de touage de la haute Seine.

BATEAU TOUEUR A VAPEUR *LA VILLE DE SENS*,

CONSTRUIT PAR M. DIETZ ET REPRÉSENTÉ PL. 10.

Le premier toueur, *l'Austerlitz*, construit par M. Dietz, date de 1846. C'est, on peut dire, le premier bateau de ce genre ayant fait un *service régulier dans des conditions réellement pratiques*. Ce bateau fonctionne encore, et avec lui cinq autres ont été livrés par ce constructeur. Tous ces bateaux font un service constant et régulier entre Paris et Montereau, et n'ont de chômage que le temps absolument nécessaire pour exécuter les réparations qu'exige toujours toute espèce de machine, par suite d'usure ou d'accidents occasionnés par de fausses manœuvres.

DESCRIPTION.

La fig. 1 est une section longitudinale faite par le milieu du bateau muni des générateurs à vapeur, de sa machine motrice et de ses treuils de traction.

La fig. 2 en est un plan horizontal vu en dessus.

La fig. 3 est une section transversale du bateau, faite suivant la ligne 1-2 de la fig. 1.

Ces trois figures sont dessinées à l'échelle de 1/120 de l'exécution.

Les fig. 4 et 5 font voir sur une plus grande échelle, au 1/50 d'exécution, la machine motrice de face et de côté.

La fig. 6 donne en détail, suivant deux coupes perpendiculaires l'une à l'autre, le mode d'assemblage des poulies qui composent chaque tambour du treuil.

La fig. 7 montre en élévation et en plan l'un des deux bras mobiles garnis de galets, qui guident la chaine et l'empêchent de frotter sur les bords du bateau.

1. On sait que depuis quelques années un service régulier est établi dans la basse Seine, de Paris jusqu'à Conflans, et qu'une société, qui vient d'être autorisée, s'est créée pour continuer ce mode de navigation jusqu'à la mer.

Les fig. 8, 9 et 10 sont des détails de la chaine de traction.

DISPOSITION GÉNÉRALE DU BATEAU. — La coque est complétement en fer; son fond est plat, comme l'indique la fig. 3, afin de diminuer le plus possible le tirant d'eau du bateau, qui doit pouvoir naviguer par les plus basses eaux. Dans ce but, il ne porte pas de lest. Sa machine seule, placée au milieu, et deux chaudières aux extrémités, avec leur soute à charbon respective, équilibrent la charge. M. Dietz est ainsi arrivé à construire des toueurs qui ne plongent dans l'eau que de 40 à 45 centimètres, condition indispensable dans une rivière où, pendant l'été, on ne pourrait pas naviguer si les bateaux plongeaient de 50 centimètres seulement. Le service du touage de la haute Seine eût donc été absolument impossible si les conditions d'un faible tirant n'avaient pas été atteintes.

La membrure est composée de fers d'angle, espacés de 50 centimètres, sur lesquels viennent se fixer les tôles du bord et du fond.

A l'avant et à l'arrière sont établies deux chambres A, séparées du reste du bâtiment par des cloisons parfaitement étanches *a*, de telle sorte que si, par suite d'une avarie, ces deux compartiments faisaient eau, la sûreté du bateau ne soit pas compromise.

Les bateaux toueurs ne pouvant pas opérer de virage, puisqu'ils sont retenus par la chaîne de traction, il est indispensable d'y établir deux gouvernails, un à chaque extrémité. Le mécanisme qui les fait manœuvrer est d'une grande simplicité.

L'axe de chaque gouvernail proprement dit B, qui traverse verticalement le fond du bateau, est muni d'une poulie à gorge *b*, sur laquelle s'enroule une chaine *c*, fixée à une autre poulie *b'*, montée à l'extrémité inférieure d'un arbre vertical *d*, qui traverse le pont du bateau, et sur lequel est fixé le volant à manettes *v*, servant à la manœuvre du gouvernail.

Les machines motrices sont placées à peu près au milieu du bateau, dans l'entre-pont; le bâti, qui porte les treuils et leur commande, est seul plus élevé et entouré d'un tambour en tôle B' qui recouvre entièrement les engrenages désaffleurant le pont. Les deux générateurs de vapeur sont tubulaires et à foyer intérieur, et placés, comme nous l'avons dit, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière des machines, à une distance à peu près égale des extrémités du bateau, de façon à lester celui-ci convenablement en se faisant mutuellement équilibre.

Les provisions de charbon sont emmagasinées de chaque côté des chaudières, dans des chambres C (fig. 2 et 3) ménagées, pour cet usage, latéralement près des chaudières.

L'air et la lumière se répandent à l'intérieur du bateau par des écoutilles *c'*, disposées aux endroits nécessaires, sur le pont, et par de petits sabords *e*, pratiqués dans les flancs.

DES MACHINES MOTRICES. — Les machines installées à bord de *la Ville de Sens*, et qui donnent le mouvement aux treuils de traction, sont à cylindres inclinés, à détente variable et à condensation.

Cette disposition de cylindres inclinés présente toute la stabilité désirable et convient parfaitement à ces sortes d'installations, en ce qu'elle tient peu de place, et que, toutes les pièces étant à la portée du mécanicien conducteur, la visite en est très-facile.

Les cylindres C', dont le diamètre est de 350 millimètres, sont fixés aux moyen de pattes venues de fonte avec eux, sur les bâtis inclinés B^2, qui portent les glissières D, dans lesquelles se meuvent les coulisseaux des tiges de piston qui communiquent le mouvement à l'arbre horizontal de transmission E, par l'intermédiaire des bielles F et des manivelles G.

Entre les deux cylindres, cet arbre est coudé pour recevoir la tête de la tige qui commande le piston à fourreau *i* de la pompe à air I. Un second arbre E', supporté par les deux grandes flasques du bâti B', forme le prolongement de celui E pour recevoir, en deçà des machines, les engrenages H et *h*, destinés à transmettre le mouvement aux treuils. Les deux grandes flasques du bâti B^3 sont reliées à celles du bâti B^2 des machines par de forts boulons *b'*, et ces deux bâtis sont fixés sur des charpentes en bois, reliées aux fonds du bateau. Pour plus de stabilité, des T en fer b^2 (fig. 1 et 4) supportent les bras supérieurs des flasques B', et maintiennent leur écartement, reliés qu'ils sont aux membrures du bateau dans le sens transversal.

Commande des treuils. — Les engrenages H et *h* montés, comme nous l'avons dit, sur le prolongement E' de l'arbre de couche E, ne sont pas, ainsi qu'on doit le remarquer, de même diamètre, afin de pouvoir faire varier les vitesses indépendamment de celle de la machine motrice, en les faisant engrener, tantôt celle H avec les deux roues H' et H^2, tantôt la roue *h* avec celles *h'* et h^2.

Ces roues H', H^2, *h'* et h^2 sont clavetées sur les arbres horizontaux J et J' qui tournent dans des paliers que porte le bâti B^2 ; ils sont prolongés en dehors de ce bâti pour recevoir les treuils sur lesquels s'enroule la chaîne de traction.

Il est très-important, comme on sait, de pouvoir changer à volonté la vitesse du bateau, selon que l'on monte ou que l'on descend le courant. Ce changement est obtenu très-rapidement au moyen d'un mécanisme particulier de débrayage représenté sur la fig. 5.

Débrayage et changement de vitesse. — Les roues H et *h* sont fixées sur l'arbre moteur E', au moyen de longues clavettes, de manière à pouvoir se déplacer horizontalement, sans cesser de tourner avec lui. Deux vis *v'*, taraudées l'une à droite, l'autre à gauche, traversent le moyeu des deux roues dans des écrous en bronze qui y sont ajustés. A l'extrémité de ces vis, du côté du moteur, sont fixés deux pignons *x*, qui reçoivent le mouvement d'un engrenage monté sur le moyeu d'un volant V, fou sur l'arbre E', et maintenu prisonnier entre le collet de l'arbre et une bague fixe.

Pour opérer le débrayage, il suffit de tourner à la main, et dans le sens

convenable, le volant V, dont la roue, engrenant avec les pignons x, fait tourner simultanément les deux vis v' dans les écrous du moyeu des roues H et h, lesquelles alors se déplacent horizontalement en glissant sur les clavettes fixées sur l'arbre. Pour marcher à petite vitesse, en remontant le courant par exemple, c'est la roue H qui engrène avec celles H′ et H^2, comme il est représenté fig. 5. Dans le cas contraire, pour la descente, on fait tourner le volant V pour faire quitter à la roue H la denture des roues H′ et H^2, et faire engrener la roue h avec celles h' et h^2.

Des treuils. — Les treuils T, représentés en détail, fig. 6, sont composé chacun de cinq poulies en fonte t, de même diamètre, ajustées sur le même arbre, et séparées entre elles par des plaques de tôle d'un diamètre un peu plus grand, de façon à former des joues de séparation; le tout est réuni par douze forts boulons t', de manière à former un seul et même tambour à cinq gorges.

Pour éviter que la périphérie des poulies ne s'use trop rapidement par suite du frottement constant de la chaîne qui s'y enroule, on a superposé sur les poulies des cercles en fer cémenté, qui résistent parfaitement à tous les frottements, et que l'on peut changer avec la plus grande facilité lorsqu'une réparation devient nécessaire.

Dans l'origine, ces treuils étaient garnis de bagues que l'on était obligé de remplacer souvent, car, en s'usant par le frottement de la chaîne, le diamètre diminuait, et principalement sur les premières gorges, par suite de la pression, beaucoup plus considérable pendant le premier tour; il en résultait qu'en s'enroulant sur la 2ᵉ et la 3ᵉ gorge, la chaîne rencontrait un diamètre un peu plus grand, ce qui l'exposait à s'allonger ou à se casser. C'est pour éviter ces inconvénients que les bagues ont été remplacées par des treuils pleins comme des roues de wagon revêtues d'un bandage en fer cémenté. Cette innovation due à M. Dietz a été des plus heureuses: les bagues ne s'usent pas, la chaîne s'enroule sans bruit, et trouve toujours le même diamètre sur chacun des cercles qu'elle parcourt.

Ces treuils étant placés en porte-à-faux du bâti B^2, il a été nécessaire de relier les extrémités des arbres J et J′ par une forte bielle U en fer forgé, qui en maintient solidement l'écartement.

Chaudières. — Les deux chaudières qui alimentent les machines motrices sont tubulaires et à foyer intérieur.

Elles se composent, fig. 1, d'un corps cylindrique L, de $1^m,20$ de diamètre, muni d'un dôme de prise de vapeur l et des appareils de sûreté réglementaires.

A l'intérieur du cylindre L, ou chaudière proprement dite, est fixé un second cylindre l', d'une longueur et d'un diamètre plus petits, et dans lequel est disposée la grille ou foyer.

Ce cylindre l' est relié au fond postérieur de la chaudière L par une série de vingt-six tubes m, destinés à recevoir la fumée et les gaz résul-

tant de la combustion, pour les porter dans la boîte à fumée M, fixée au fond de la chaudière et munie de porte pour le nettoyage des tubes.

Le plafond de cette boite est ouvert pour l'échappement de la fumée et des gaz dans la cheminée N, qui est composée de deux parties, l'une fixe *n*, à section carrée, l'autre ronde, montée sur deux tourillons *n'*, qui permettent de l'incliner au besoin, soit à droite, soit à gauche, pour le passage des ponts. Deux tringles, munies de contre-poids *p* (fig. 1), sont appliquées pour faire équilibre au poids de la partie mobile de la cheminée dans les différentes positions qu'on peut lui faire prendre en tirant sur les haubans.

De la chaîne de traction et de ses guides. — La chaîne de la Compagnie du touage de la haute Seine était d'abord formée de fer de 19 millimètres de diamètre; il a été reconnu ensuite que ce diamètre était insuffisant, et la Compagnie a commencé à remplacer cette chaîne par une nouvelle, dont les maillons ont 22 millimètres. La première avait paru suffisante dans l'origine, parce que l'on avait calculé que la résistance maximum ne devait pas dépasser 3,000 kilogrammes, et qu'une chaîne de cette force peut résister à une tension beaucoup plus forte, puisqu'elles sont essayées à 9,000 kilogrammes [1]; mais on n'avait pas, malgré cela, assez tenu compte des chocs qu'elle devait supporter.

Les maillons de cette chaîne s'enroulent sur les deux treuils T et T', en passant préalablement entre des cylindres verticaux en bois *o*, destinés à la guider dans le sens longitudinal du bateau. Ces cylindres sont traversés par des axes en fer montés dans une forte chape de même métal, munis d'une crapaudine recevant un pivot *y* qui permet l'oscillation du bras O.

Ce bras, représenté en détail fig. 7, sert de guide à la chaîne dans les différentes directions qu'elle peut prendre. Il se compose d'un châssis en bois muni de deux petits galets *o'*, qui reposent sur un secteur en fer *q*, fixé à l'extrémité du bateau, sur le bordage, pour supporter l'usure des galets roulant constamment sous l'impulsion du bras, suivant les différentes inclinaisons que lui fait prendre la chaîne. L'extrémité de ce bras est munie d'une poulie à joues en fonte cémentée P, sur laquelle passe la chaîne. L'axe de cette poulie tourne librement dans des paliers fixés au bras, et sur le devant sont disposés deux petits rouleaux verticaux *q'* (fig. 7), destinés à diriger la chaîne dans la gorge de cette poulie. La mobilité de ce guide permet au bateau de prendre toutes sortes de directions sans nuire au développement de la chaîne et sans que celle-ci frotte sur les bords.

Pour supporter la chaîne déroulée pendant la marche, deux chemins

1. Nous avons consacré à la fabrication de ces chaînes un article spécial dans le vol. XI de ce Recueil.

en bois P′, formant une sorte de long couloir monté sur chevalets, ont été disposés sur le pont du bateau ; ils sont munis à leurs extrémités de petits galets horizontaux en fonte r et r', sur lesquels frotte la chaîne avant de s'engager dans les cylindres verticaux o.

Il est un accident à redouter dans le touage à vapeur : c'est la rupture de la chaîne. Pour y remédier promptement, les hommes de l'équipe ont toujours à leur disposition des maillons de rechange que l'on peut ajouter à l'endroit de la cassure sans être obligé d'employer la soudure à chaud.

Le maillon de rechange est représenté fig. 9. Il est composé d'un maillon simple brisé sur l'un des côtés et muni de deux oreilles. Après avoir introduit ce maillon dans les deux bouts de la chaîne à rattacher, on met un boulon dans les deux oreilles, et l'on serre avec un écrou.

La fig. 10 montre un moyen imaginé par M. Arnoux, ponr atteindre le même but, en évitant la saillie des oreilles que laisse le chaînon de rattache. Ce moyen consiste dans l'application de deux segments d'anneaux qui se réunissent par des rivets. L'inconvénient est évité, mais l'exécution doit demander un peu plus de temps.

MARCHE DU BATEAU. — PUISSANCE ET EFFET UTILE DES MACHINES.

Ainsi aménagé, le bateau reçoit la chaîne de traction x, qui s'étend d'un bout à l'autre du parcours à suivre, et qui est solidement fixée au sol à ses deux extrémités; cette chaîne est engagée pour présenter plus d'adhérence dans les cinq gorges des tambours T et T′, qui tournent tous deux dans le même sens sous l'impulsion du moteur. Elle se trouve naturellement tendue dans le sens de la marche du bateau et retombe du deuxième tambour dans le conduit correspondant P′ pour en sortir, en glissant par la poulie guide P de l'arrière, et se replacer au fond de la rivière ; elle ne se trouve donc soulevée hors de l'eau que de la longueur du bateau, plus, à l'avant, de la quantité nécessaire à l'effort de traction, et que son poids rend peu considérable.

Les chalands, péniches ou autres bateaux que le toueur remorque sont attachés à celui-ci au moyen de cordages que l'on fixe à des poteaux en bois R, dont le pont est garni.

Deux chauffeurs et un mécanicien font le service des machines. La vapeur arrive dans les générateurs par le tuyau s, dans une boîte à soupape S. Un levier à manette s' (fig. 1 et 4), placé à la portée du mécanicien, lui permet d'introduire ou d'interrompre à volonté l'entrée de la vapeur dans les boîtes de distribution et par suite dans les cylindres.

Les manœuvres pour faire varier la vitesse, amener les arrêts momentanés et changer le sens de la marche, sont obtenues au moyen d'une coulisse de Stephenson u (fig. 4), munie des leviers intermédiaires qui reçoivent le mouvement des doubles excentriques commandant les tiroirs

de distribution de vapeur. Cette coulisse est actionnée au moyen d'une vis u', commandée par le volant à manette U.

Ces machines sont construites pour exercer, en marche normale, une puissance de 35 à 40 chevaux de 75 kilogrammètres, et donner au bateau une vitesse maximum de 6 kilomètres à l'heure en montant, et de 12 kilomètres en descendant. Dans le premier cas, la machine doit marcher à une vitesse de 42 à 43 tours par minute, et dans le second, de 58 tours environ.

Ainsi, en admettant la vitesse de 43 tours, et la roue H engrenant avec celles H′ et H², pour remonter le fleuve, on trouve, connaissant le diamètre de la roue H, qui est de 1ᵐ580, et celui des roues H′ et H² qui est de 2ᵐ300, que les tambours T et T′ ont une vitesse de :

$$\frac{1^{m}580 \times 43}{2^{m}300} = 29^{t}58$$

et, comme le diamètre des tambours est de 1ᵐ10, on a :

$$1{,}10 \times 3{,}1416 = 3{,}455 \times 29^{t}58 = 102^{m}221 \text{ d'avancement par } 1',$$

soit par heure $102^{m}221 \times 60 = 6133^{m}260$, ou un peu plus de 6 kilomètres.

Si, au lieu de faire commander les tambours par les roues H′ et H², on débrayait la roue H pour faire engrener la roue plus grande h, de 2 mètres de diamètre, avec celles plus petites h' et h^2 de 1ᵐ850, le nombre de tours serait alors de

$$\frac{2^{m} \times 43}{1^{m}850} = 46^{t}48$$

et la vitesse rectiligne de

$$3^{m}455 \times 46^{t}48 = 160^{m}588 \text{ par minute,}$$

soit par heure, de 9635ᵐ280.

Pour donner au bateau la vitesse maximum d'avancement de 12 kilomètres, il faut donc, en conservant les roues h, h', h^2, embrayées, non plus faire faire 43 tours par minute à la machine motrice, mais bien environ 58 tours, ce qui donne :

$$3^{m}455 \times 58^{t} \times 60' = 1202^{m}34.$$

Les chaudières sont timbrées à 5 atmosphères, et la consommation de houille est, en moyenne, d'environ 1000 kilogrammes par 10 heures de marche, c'est-à-dire que la dépense est à peu près de 2 kilog. et demi par heure et par force de cheval.

Il est assez difficile de déterminer le nombre de tonnes qu'un toueur peut remorquer, car les éléments sont tellement variables que nous

serions obligés de nous en tenir, par des calculs, à des données théoriques comparatives qui nous entraîneraient peut-être un peu loin et, en tout cas, à des résultats approximatifs peu concluants. En effet, il faut tenir compte, dans de semblables calculs, non-seulement des vitesses variables du courant, suivant que les eaux sont plus ou moins hautes, et que le fleuve se trouve plus ou moins resserré par des obstacles naturels ou artificiels, mais encore de la forme et la section immergée du maître couple, et, pour le toueur et pour les bateaux remorqués; des résistances passives, des frottements de la chaîne sur les treuils et dans les guides, des efforts latéraux sur les flancs du bateau dans les courbes, etc.[1]

Les résultats pratiques obtenus dans le service régulier de la haute Seine sont que, dans l'intérieur de Paris, entre le pont d'Austerlitz et le Port-à-l'Anglais, où le courant n'est pas très-fort, le toueur de 35 chevaux remorque aisément huit à dix *péniches* chargées de 250 tonnes chacune. Au-dessus du Port-à-l'Anglais on ne peut plus en remonter que six, et, dans certains passages où le courant est très-rapide, comme au pont de Melun, on ne peut plus remorquer que quatre péniches chargées ensemble de 1000 tonnes, encore en ralentissant sensiblement la vitesse du toueur.

PRINCIPAUX AVANTAGES QUE PRÉSENTE SUR LES FLEUVES ET RIVIÈRES LE TOUAGE A VAPEUR.

Les avantages que le touage sur chaîne noyée présente à la batellerie, sous le point de vue économique, relativement au halage par chevaux, est au *moins de trente pour cent,* ainsi qu'il résulte des tarifs que nous donnons plus loin. Ce résultat est facile à apprécier, en se rendant compte des causes qui permettent de l'obtenir, et que nous allons énumérer :

1° Les bateaux étant tirés en lit de rivière sur la chaîne, le tirage a lieu, en marche normale[2], parallèlement à la direction du courant, tan-

1. Nous avons donné, dans le IIe vol. de ce Recueil (page 224), d'après M. Tourasse, un tableau comparatif de la puissance motrice nécessaire aux bateaux à vapeur avec roues à aubes et aux toueurs à vapeur, pour naviguer en remonte sur le Rhône, de Beaucaire à Lyon. La vitesse du courant étant évaluée à 2m50 par seconde dans ce parcours, la proportion moyenne constatée est de plus de 1 à 3 en faveur du touage : ainsi, par exemple, M. Tourasse trouve que, pour remonter ce fleuve à une vitesse de 4 mètres avec un bateau à vapeur à aubes, il faudrait 90 chev. 13 par mètre de section immergée, tandis qu'avec un toueur à vapeur 28 chev. 17 seraient suffisants. Pour calculer la puissance motrice absorbée pour communiquer une vitesse déterminée à un bateau au travers d'un fluide en eau morte, ou en eau courante, nous renvoyons nos lecteurs au IIe vol. de notre *Traité des moteurs à vapeur*, pages 276 et suivantes.

2. Dans les sinuosités on est obligé naturellement d'avoir recours au gouvernail, ce qui occasionne un accroissement de résistance qui ne peut être surmontée qu'aux

dis que, par les chevaux, il se fait du chemin de halage avec une obliquité plus ou moins grande, tant dans le sens vertical que dans le sens horizontal ; cette direction vicieuse, quoique inévitable, occasionne non-seulement une perte de force proportionnée à cette obliquité, mais empêche les moteurs animés, hommes ou chevaux, de développer convenablement tous leurs efforts [1] ;

2° Les bateaux, cheminant loin des berges, ne frottent plus contre elles et se détériorent moins vite ; de plus, l'usure des cordes est sensiblement moindre, puisqu'elles ne sont pas traînées à terre [2] ;

3° Lorsqu'un transporteur a des bateaux à expédier, il n'a qu'à les déclarer au bureau du touage ; ces bateaux partiront s'ils sont prêts pour le départ ou le passage du toueur, ou, si leur chargement n'est pas terminé, ils partiront le lendemain exactement dans les mêmes conditions que les convois de marchandises sur les lignes de chemin de fer. Il n'en est pas de même avec le halage : le batelier est obligé de demander des chevaux d'avance sur toute la ligne, et si le bateau n'est pas prêt pour le jour il faut donner une indemnité pour les chevaux qui ont attendu inutilement ;

4° Avec des chevaux, le voyage de Paris à Montereau, par exemple, était fort long, il durait souvent de six à huit jours ; aujourd'hui il se fait en deux ou trois jours au plus ;

5° Autrefois le marinier, qui avait amené à Paris une équipe de cinq ou six bateaux, était obligé, pour remonter, de *composer un trait*, c'est-à-dire d'attendre que tous les bateaux fussent vides. Aujourd'hui, quand un bateau a fini son débarquement, le marinier le met sur la chaîne et le fait remonter de suite ; cela économise du temps et permet aux bateliers de faire avec trois bateaux ce qu'ils ne pouvaient faire avec six.

ORGANISATION ET TARIFS DU TOUAGE DE LA HAUTE SEINE DE PARIS A MONTEREAU.

Par décret impérial du 13 août 1856, M. P. de Hercé a été autorisé à établir une chaîne noyée de Paris (écluse de la Monnaie) à Montereau. 106 kilomètres.

La concession était faite pour trente années ; la durée a été portée à cinquante ans par un nouveau décret en date du 5 août 1861.

Le tarif pour la perception est divisé en deux sections : l'une du Pont-Neuf

dépens de la force motrice. On peut l'évaluer de 1/5 à 1/10 de l'effet utile quand le bateau est disposé très-obliquement par rapport au sens du courant.

1. La force de traction des chevaux, suivant leur constitution, varie communément de 40 à 80 kilog., avec une vitesse de 1 mètre par seconde. L'action dynamique d'un homme est d'environ le tiers de celle d'un cheval.

2. Il faut ajouter que, pour le service des ponts et chaussées, l'application du touage à chaîne noyée offre aussi un avantage appréciable, en ce que l'entretien des berges et des chemins de halage est notablement moindre.

au Port-à-l'Anglais (embouchure de la Marne); l'autre du Port-à-l'Anglais à Montereau.

Sur la première section, le halage à col d'homme ou à l'aide de chevaux est interdit, et le remorquage des bateaux ne peut être fait que par la Compagnie du touage ou par un autre système quelconque *opérant en lit de rivière.*

Sur la seconde section, tout mode de traction est admis.

La première section (du Pont-Neuf au Port-à-l'Anglais), d'une longueur de 8,000 mètres, est divisée en trois escales, et le tarif est fixé :

A fr. 0,03c 50	pour une escale, par tonne de jauge possible;
0,07	pour une escale, par tonne de jauge effective;
0,05	pour deux escales, par tonne de jauge possible;
0,10	pour deux escales, par tonne de jauge effective;
0,07	pour trois escales, par tonne de jauge possible;
0,14	pour trois escales, par tonne de jauge effective.

Sur la deuxième section (à partir du Port-à-l'Anglais jusqu'à Montereau, 98 kilomètres), la perception a lieu comme suit :

Par tonne de jauge possible et par kilomètre,	fr.	0,00c35
Par tonne de jauge effective,	d°	0,01 50

Pour le transport des engrais et des substances alimentaires, quand le prix du blé à Paris dépasse 25 fr. par hectolitre, le prix du tarif est réduit de moitié par chaque tonne remorquée.

Les prix ci-dessus sont pour la remonte. A la descente, le tarif est le quart de ceux ci-dessus indiqués.

Jusqu'à présent, la Compagnie du touage de la haute Seine n'a fait le remorquage qu'à la remonte : les bateaux descendants ne marchent qu'à l'aide du courant de la rivière, et ils n'ont jamais besoin d'avoir recours à des chevaux ou à des remorqueurs. Le courant est assez rapide pour que la distance de 108 kilomètres, de Montereau à Paris, soit parcourue par les bateaux descendants en 18 ou 20 heures *de marche.*

L'administration des travaux publics a commencé des travaux dans le but d'établir douze barrages éclusés entre Paris et Montereau. Ces travaux seront finis dans deux ou trois ans, et, à cette époque, lorsque les barrages seront fermés, c'est-à-dire pendant le temps des basses eaux, le courant ne sera plus assez fort pour entraîner les bateaux, et la Compagnie du touage devra les remorquer à la descente comme à la remonte.

La Compagnie du touage ne peut pas transporter de marchandises pour son propre compte (art. 11 de son cahier des charges). Il lui est également interdit de faire des traités avec des Compagnies de chemins de fer; de faire cession de l'entreprise à ces compagnies ou de fusionner avec elles (art. 30 du cahier des charges), et elle est obligée de faire sans préférence, et dans l'ordre des déclarations dont la forme est réglée par l'administration, le remorquage de tous les bateaux vides ou pleins qui lui sont déclarés, pourvu que ces bateaux aient à bord l'équipage et les agrès nécessaires, et que leur tirant d'eau soit réglé suivant la cote de Montereau (art. 8, 9 et 10 du cahier des charges).

La Société du touage de la haute Seine est une compagnie en commandite sous la raison sociale Paul de Hercé et Ce.

Son capital est de 1,500,000 francs, divisé en 3,000 actions nominatives.

La ligne entière de Paris à Montereau a été organisée à la fin de 1859. A cette époque, la remonte des bateaux ne se faisait qu'à l'aide de chevaux. Aujourd'hui la traction est faite uniquement par la Compagnie du touage.

Le mouvement de la haute Seine en remonte consiste surtout en bateaux vides qui sont venus à Paris de la Bourgogne, du Nivernais, de la Loire, etc., avec des bois à brûler, du charbon de terre, du charbon de bois, des pierres, du sable, des vins, des grains, etc., pour l'approvisionnement de Paris.

Les marchandises de remonte consistent principalement en plâtre et en charbons de terre de Mons et de Charleroi.

Le nombre de bateaux vides ou chargés remontés en 1860 de Paris aux divers ports de la haute Seine, entre Paris et Montereau, s'est élevé à 9,001.

Les marchandises remontées pendant la même année aux divers ports représentent un tonnage de 117,000 tonneaux.

En 1861, le nombre des bateaux vides ou chargés s'est élevé à 11,336, et le tonnage des marchandises à 148,000 tonneaux.

Le nombre des toueurs de la Compagnie du touage de la haute Seine est de sept :

La Ville de Corbeil	a une force de	16	chevaux.
L'Austerlitz	—	24	—
La Ville de Paris	—	35	—
La Ville de Melun	—	35	—
La Ville de Montereau	—	35	—
La Ville d'Auxerre	—	35	—
La Ville de Sens	—	35	—

Ces sept toueurs ont été construits par M. Ch. Dietz, de Bordeaux, qui a également exécuté des appareils de navigation de 200 à 300 chevaux fonctionnant sur la Garonne et la Méditerranée. Nous donnerons bientôt des dessins d'une machine nouvelle que le même constructeur vient d'établir pour le service d'un petit yacht muni de deux hélices. Ce yacht, commandé par l'Empereur, vient d'être essayé et a donné des résultats très-satisfaisants ; il est actuellement à Biarritz où l'Empereur l'a fait venir pour continuer les expériences.

APPRÊTS DES TISSUS

SÉCHOIR A SEPT CYLINDRES AVEC FOULARD

ENROULAGE ET PLIAGE

ET

SÉCHOIR A QUINZE CYLINDRES

POUR LES APPRÊTEURS

Par M. TULPIN aîné, Constructeur à Rouen

(PLANCHES 12 ET 13)

Dans les différentes opérations nécessaires au blanchiment et à l'apprêt des tissus, les lavages à l'eau dans le premier cas, et leur passage dans des bains préparés dans le second, imprègnent ces tissus d'une humidité qu'il faut faire disparaître le plus rapidement possible pour obtenir ces produits dans des conditions économiques de fabrication manufacturière.

Dans le blanchiment des étoffes, pour enlever l'eau qu'elles contiennent après les lavages, deux procédés sont employés concurremment :

Le premier consiste dans une sorte d'essorage mécanique qui était obtenu dans les premiers temps en *tordant à la cheville*, ou en faisant passer le tissu mouillé entre deux cylindres formant laminoir, et maintenant, au moyen des *hydro-extracteurs*, sortes de toupies creuses en métal, animées d'une grande vitesse de rotation, et dont les parois sont percées de trous pour le départ du liquide sous la pression de la force centrifuge [1].

Le second procédé consiste en une sorte de *dessiccation* que l'on obtient

1. Nous avons donné, dans le tome III de ce Recueil, la description des premiers appareils de ce genre dus à M. Penzoldt, et, dans le tome XI, l'hydro-extracteur perfectionné de MM. Cail et Cie, ainsi que l'exprimeur préservateur à vitesse progressive de M. Tulpin aîné de Rouen.

en exposant les toiles *exprimées* soit à l'action mécanique d'un air plus ou moins chaud, soit au contact de surfaces métalliques chauffées qui favorisent la vaporisation de l'eau.

Les appareils appliqués à la dessiccation des tissus sont de dispositions variées appartenant à l'un ou à l'autre de ces quatre principaux types :

1° Les séchoirs à air libre;

2° Les séchoirs à air chaud;

3° Les appareils sécheurs par rayonnement;

4° Les séchoirs à la vapeur où le tissu est en contact avec une surface échauffée à une certaine température.

Le *séchage à l'air libre* est simple et économique, et, par cela même, employé généralement; mais il présente l'inconvénient d'être d'une grande lenteur et dépendant des variations atmosphériques.

Le séchage *à air chaud* a été l'objet de nombreuses études; aussi est-on arrivé à disposer des séchoirs de ce genre qui, donnant d'excellents résultats, sont employés avec avantage dans certaines localités, et suivant la nature ou la qualité des tissus qui y sont fabriqués.

Dans les fabriques de toiles peintes, et même pour de certains tissus [1], on se sert de la *chaleur rayonnante* pour sécher les étoffes après certaines opérations, principalement après le placage, parce que le séchage doit être prompt, et que les frottements qui se produisent dans les séchoirs à cylindres nuiraient à la netteté des réserves. On emploie pour cela différentes dispositions. Ordinairement les étoffes sont tendues sur un cadre monté, à 1m50 ou 2 mètres du sol, sur un bâti qui laisse passer librement un chariot en tôle, muni d'un brasier, et que l'on déplace lentement au moyen d'une transmission par chaîne et poulies, sur les rails destinés à le recevoir. On fait encore usage d'un autre disposition qui consiste en deux tuyaux de tôle placés parallèlement et un peu inclinés, par rapport à l'horizon. Ces tuyaux sont, d'un bout, en communication par un tube vertical avec un foyer, et, de l'autre, avec une cheminée d'appel; ils sont placés entre deux cloisons en planches, et au-dessus on fait passer les étoffes d'une manière continue.

Ces procédés présentent l'inconvénient de réclamer une dépense de main-d'œuvre assez forte pour le crochetage et le tendage de la pièce et la manœuvre de l'appareil; aussi ne les emploie-t-on maintenant que lorsqu'on ne peut pas faire usage des *séchoirs à vapeur*. Ces derniers appareils sont, en effet, d'une manœuvre à la fois plus simple et plus rapide, présentent une notable économie de combustible [2] et permettent d'évi-

1. M. Blanquet, apprêteur à Paris, a pris un brevet en mai 1859 pour une machine à apprêter dans laquelle l'étoffe, en sortant du bain d'encollage, circule sur une longue table sur laquelle elle est tendue par deux chaînes longitudinales. Le séchage du tissu a lieu pendant son passage par un réchaud ouvert disposé sous cette table. Les résultats obtenus à l'aide de cet appareil par M. Blanquet sont des plus satisfaisants.

2. Il résulte d'un rapport de M. Penot à la Société de Mulhouse, au sujet des expé-

ter les accidents que la flamme et des éclats de charbon pourraient occasionner.

Les appareils de séchage à la vapeur sont de dispositions variées, quoique reposant sur le même principe, lequel consiste à *faire arriver de la vapeur dans des cylindres creux mobiles, sur la circonférence desquels on fait circuler les étoffes.*

Ces appareils sont composés, tantôt d'une batterie de 5, 6 ou 7 cylindres placés sur le même plan, à une faible distance l'un de l'autre et sur lesquels on fait passer une seule ou plusieurs pièces de front, selon la longueur des cylindres et la largeur des pièces; tantôt ce sont deux rangées de cylindres supperposés, les supérieurs ayant leur axe placé entre deux des cylindres inférieurs; tantôt enfin l'appareil ne se compose que d'un seul tambour en cuivre d'une grande dimension [1] actionné ou par un moteur, ou, le plus souvent, par le mouvement donné au cylindre d'enroulement de l'étoffe : c'est alors l'adhérence de la toile avec la surface du tambour qui détermine sa rotation. Cet appareil est ordinairement accompagné d'un *tambour élargisseur* à règles mobiles qui a pour objet de faire disparaître les plis que conservent les étoffes en sortant des opérations du blanchiment.

Ce rapide examen des appareils empoyés le plus généralement pour le séchage des étoffes va nous permettre de mieux faire apprécier les dispositions d'ensemble ainsi que les détails de construction des deux séchoirs représentés sur les planches 12 et 13.

Ces deux appareils, fort bien exécutés par M. Tulpin, et munis des derniers perfectionnements apportés dans ces dernières années à ce genre de machines, sont en outre pourvus d'un extracteur à vapeur conden-

riences faites sur divers modes de séchage par M. Royer, que le séchage des toiles le plus économique est celui qui consiste à les appliquer sur des cylindres chauffés à la vapeur. M. Peclet ajoute, en citant ce rapport, qu'il partage complétement cette opinion, d'autant plus que ces appareils peuvent être facilement améliorés de manière à produire un grand accroissement d'effet utile. La chaleur latente de la vapeur condensée dans le cylindre se dissipe de deux manières : par la vaporisation de l'eau renfermée dans la toile, par le rayonnement de la surface et l'échauffement de l'air. Les pertes réunies forment une partie très-notable de la chaleur dépensée, parce que, le rayonnement de l'eau étant très-considérable, la chaleur perdue excède celle que perdrait une surface de fonte à la même température exposée à l'air. On peut éviter en très-grande partie la perte de la chaleur due au rayonnement en recouvrant à distance l'appareil d'une enveloppe en bois épaisse, garnie à l'intérieur d'une plaque métallique qui s'échaufferait d'abord par le rayonnement des cylindres, transmettrait peu de chaleur à l'extérieur, et qui, ayant atteint la température du cylindre, lui enverrait autant de chaleur qu'elle en recevrait.

1. Des appareils analogues, appelés *cylindres sécheurs*, sont employés dans les papeteries. M. Chapelle, ancien constructeur de machines à papier, a construit des sécheurs de ce genre dans lesquels le cylindre était chauffé par un foyer disposé près de l'appareil. Nous en avons donné un dessin et une description détaillée dans le vol. VI du *Génie Industriel*, juillet 1853.

sée, destiné à purger les cylindres, ainsi que d'un système de commande par friction dû au même constructeur, deux nouveaux perfectionnements qui rendent le service de ces machines encore plus facile et leur emploi plus avantageux.

DESCRIPTION DU SÉCHOIR A SEPT CYLINDRES AVEC FOULARD, ENROULAGE ET PLIAGE.

REPRÉSENTÉ PL. 12.

La fig. 1 est une élévation extérieure de la machine complète avec son foulard et le mécanisme pour plier et enrouler l'étoffe.

La fig. 2 est une portion de plan vu en dessus; les cotes indiquent la longueur des cylindres et la distance des bâtis, qui ont dû être sensiblement diminués sur le dessin pour occuper moins de place.

Les fig. 3 et 4 représentent, de face et en section, le système de commande par friction, à vitesse variable, appliqué par M. Tulpin pour mettre en mouvement l'appareil sécheur.

Disposition générale. — Les sept cylindres C dont le séchoir est composé sont placés dans cet appareil sur un même plan horizontal, à une distance de 0^m550 d'axe en axe les uns des autres; ils ont 0^m500 de diamètre, de sorte qu'un espace libre de 50 millimètres est ménagé entre eux. Les deux fonds de chaque cylindre sont fondus chacun séparément avec un bout d'arbre creux *c*, qui repose dans un palier *a*. Nous ferons connaître les détails de construction de ces cylindres en décrivant le séchoir à 15 cylindres représenté pl. 13.

Les paliers *a*, qui reçoivent les axes des cylindres, sont fondus avec les deux longues flasques à arcades nervées et à jours A, qui forment le bâti principal de l'appareil. Ces flasques sont reliées par des entretoises en fer *a'*, et le pied de chaque arcade est fondu avec des patins destinés à recevoir les boulons qui doivent fixer le bâti sur les pierres de fondation A', arasées au niveau du sol.

Ce bâti ainsi disposé supporte les différentes chaisses et paliers des rouleaux conducteurs du tissu et des appareils enrouleur et plieur, ainsi que la partie du foulard qui se trouve du côté de sa commande; le côté opposé, éloigné de l'autre flasque du bâti de 1^m825, est supporté par le petit bâti B, relié à cette flasque par des traverses en croix. Un petit support *x* (fig. 1) est encore ménagé de fonte au bâti pour recevoir l'arbre d'une vis à élargir les tissus, semblable à celle représentée par par les fig. 5 et 6 de la pl. 13, et dont plus loin nous ferons connaître les détails de construction.

Du foulard. — Cet appareil, souvent disposé sur un bâti spécial, forme une machine à part; il est très-fréquemment employé pour l'impression et l'apprêt des étoffes communes ou épaisses qui présentent une surface

assez uniforme pour qu'il ne soit pas nécessaire de les redresser, et qu'on peut laisser rentrer un peu sur la largeur. Dans la machine représentée pl. 12 il précède le séchoir et n'occupe qu'une partie de la largeur pour le passage d'une seule pièce, tandis que les cylindres sécheurs, qui ont 2m 60 de longueur de table, sont disposés pour permettre de passer trois pièces de front de 0m 780 de largeur chacune.

Ce foulard se compose de deux cylindres en cuivre *d*, *d'*, dont les tourillons sont placés dans des coussinets engagés dans la coulisse d'un support fondu avec le bâti. Le cylindre inférieur *d'* est gravé en mille points ou en mille raies et reçoit l'apprêt contenu dans une bassine en bois D, du rouleau fournisseur qui trempe dans cette bassine. L'excès de la dissolution, fourni au cylindre gravé, est enlevé par une racle *e* appliquée contre la circonférence de ce cylindre. Cette racle est composée d'une lame en acier maintenue serrée entre deux mâchoires en fer, celle inférieure portant un tourillon à chaque extrémité. On règle la position du porte-racle, et par suite celle de la racle, au moyen de deux vis à têtes d'étaux *e'* et e^2, l'une servant à rapprocher le support du porte-racle dans le sens horizontal; l'autre, par l'intermédiaire d'un levier, permet de le faire tourner de façon à maintenir la racle appliquée contre le cylindre.

Le rouleau supérieur *d* presse sur celui inférieur *d'* par son propre poids, auquel est ajouté un contre-poids *p*, dont l'action se trouve multipliée par la combinaison des leviers E et E' reliés par les tiges *f*.

La bassine qui contient la dissolution destinée à l'apprêt est munie à ses deux extrémités de crémaillères *f*, qui engrènent avec deux petits pignons calés sur un même axe horizontal. En faisant tourner la manivelle F, fixée à l'extrémité de cet axe, on fait monter ou descendre à volonté la bassine de façon à régler sa hauteur, et à mettre ainsi le niveau du liquide qu'elle contient en contact avec le rouleau foulard inférieur quand l'apprêt est trop liquide pour se servir du fournisseur, ou pour mettre en contact le rouleau foulard inférieur et le fournisseur quand on se sert de celui-ci. Une roue à rochet f^2, dans les dents de laquelle un cliquet est engagé, arrête cette bassine à la hauteur déterminée. Le rouleau fournisseur est en bois et enveloppé de plusieurs toiles superposées.

La pièce du tissu à apprêter, roulé sur l'ensouple F', dont l'axe peut tourner librement dans les supports du bâti, est engagée entre les trois poutrelles d'embarrage G, destinées à régler son déroulement en offrant une résistance à la traction, qui a lieu sous l'impulsion des deux cylindres *d* et *d'*. En se déroulant, le tissu suit la direction indiquée par les flèches; il passe sur le rouleau de tension G', s'engage entre les cylindres qui l'imprègnent de la dissolution, puis, dirigé par les rouleaux *g* et *g'*, se rend aux cylindres sécheurs.

Du séchoir. — Au-dessous de chacun des cylindres C sont deux petits rouleaux en cuivre *g'*; le tissu *x* entoure la demi-circonférence environ du premier de ces rouleaux et passe ensuite sur le premier cylindre

pour redescendre et entourer le second rouleau, d'où il est dirigé sur le premier du second cylindre, et ainsi de suite jusqu'au bout de l'appareil. De là on le fait passer sur le rouleau g^2, puis revenir sur le devant de l'appareil sur ceux *h*, et, enfin, retourner à l'arrière, tendu sur les rouleaux *h'*, pour se rendre sur l'ensouple H si on désire que le tissu soit enroulé, ou bien sur la tournette M^2 qui le conduit au plieur.

Par la disposition des rouleaux de renvois *g'* le tissu enveloppe presque complétement les tambours sécheurs, et, par l'application de ceux g^2, *h* et *h'*, il parcourt deux fois la longueur de la machine au-dessus du cylindre, et subit ainsi, avant son enroulage ou son pliage, une sorte d'humectage produit par la vapeur résultant du séchage. Cette vapeur, en se condensant sur le tissu, lui donne une grande souplesse.

La vapeur se répand à l'intérieur des sept cylindres C par l'axe creux *c* de l'un de leurs plateaux extrêmes; elle y est amenée par des tubes *i* greffés sur un tuyau principal I en communication avec le générateur.

L'eau produite par la vapeur, condensée à l'intérieur des cylindres au contact de la paroi refroidie, est extraite par un tube intérieur (voyez fig. 3 et 4, pl. 13), qui la conduit dans l'axe creux du plateau opposé à celui par lequel pénètre la vapeur. Cette eau sort par les tubes *i'* dans la conduite générale d'échappement I'.

Sur les deux tubes *i* et *i'*, d'entrée de la vapeur et de sortie de l'eau de condensation du septième cylindre, sont placés des robinets i^2 (fig. 1), permettant de refroidir instantanément ce cylindre en arrêtant l'entrée de la vapeur et en introduisant de l'eau froide à l'intérieur.

Tous les cylindres sont animés d'un mouvement uniforme de rotation continu dans le même sens par des roues de 66 dents et de même diamètre J, calées sur l'axe de chaque cylindre et se commandant mutuellement au moyen de petites roues intermédiaires J', de 51 dents. Le premier cylindre, donnant le mouvement aux suivants, est muni, du côté opposé à la série des roues J et J', d'une grande roue K, de 102 dents, qui engrène avec une roue plus petite K', de 81 dents, engrenant elle-même avec un pignon *k*, de 34 dents, calé sur l'axe du cylindre gravé du foulard. Un petit pignon *l*, de 16 dents, recevant le mouvement du moteur, commande ce pignon *k* à la vitesse convenable, comme nous le verrons plus loin quand nous donnerons les rapports qui existent entre les diamètres des roues et poulies de la transmission générale.

De l'enroulage de tissu. — Pour l'enroulage, le tissu est dirigé du rouleau de renvoi supérieur *h'* entre les deux rouleaux d'appel *l'*, montés sur le petit bâti supplémentaire L, composé de deux montants semblables, fixés sur les deux flasques du bâti principal.

Le mouvement est communiqué au rouleau inférieur par le dernier cylindre sécheur, au moyen d'une roue L', de 46 dents, qui engrène avec le pignon l^2, de 28 dents, commandant un pignon semblable *m*; celui-ci, en engrenant avec un pignon de 30 dents, fixé sur l'axe du rou-

leau inférieur *l*, donne le mouvement à ce rouleau qui amène le tissu sur l'ensouple d'enroulage H.

Du pliage. — Quand le tissu doit être enroulé, le plieur M est maintenu soulevé, dans la position M' indiquée et ponctuée, au moyen d'un petit crochet *m'*. Le contraire a naturellement lieu pour effectuer le pliage. Dans ce cas, le tissu n'est plus directement engagé entre les deux cylindres d'appel *l'*, il passe, comme l'indique la ligne ponctuée fig. 1re, tangentiellement au cylindre inférieur, s'enroule sur sa demi-circonférence, et, passant sur le cylindre supérieur, est dirigé sur une tournette d'appel M^2, d'où il descend dans la boîte du plieur M.

Ce plieur reçoit un mouvement de va-et-vient régulier et continu au moyen de la bielle m^2, actionnée par une petite manivelle fixée à l'extrémité de l'arbre du cylindre inférieur *l'*. L'arbre de ce cylindre, du côté opposé, commande aussi la tournette M^2 par l'intermédiaire des deux poulies *n*, et d'une corde qui est croisée pour renverser le sens de rotation, le cylindre inférieur devant tourner, quand l'étoffe doit être pliée, en sens inverse de l'enroulage.

Cette rotation en sens inverse est obtenue en substituant aux pignons l^2 et *m* un seul pignon (indiqué par un cercle ponctué), engrenant directement avec une petite roue de 30 dents fixée sur le bout de l'arbre du cylindre, du côté opposé à celui qui reçoit la poulie *n*.

Commande par friction. — Dans les appareils hydro-extracteurs de sa construction [1], M. Tulpin a, comme on sait, fait une heureuse application d'une commande par friction, composée d'un disque plat en métal maintenu en contact avec un galet cylindrique garni de cuir à sa circonférence. Ce galet était relié à un levier au moyen duquel on pouvait aisément le déplacer, de façon à le rapprocher ou à l'éloigner du centre du plateau ; on changeait ainsi graduellement et à volonté la vitesse transmise au panier, soit pour sa mise en marche, soit pour son arrêt.

M. Tulpin applique une disposition analogue, représentée par les fig. 3 et 4, pour commander ses séchoirs. Seulement, au lieu que ce soit le plateau qui transmette le mouvement par le galet de friction, c'est au contraire celui-ci qui le communique au plateau, ce qui n'empêche pas, dans ce cas comme dans le premier, de faire varier la vitesse transmise en déplaçant le galet sur la surface du plateau du centre à sa circonférence et *vice versa*.

L'ensemble de cette commande se compose d'un bâti N, formé de deux montants en fonte, reliés par des traverses *n'* et un patin n^2 de même métal, boulonné sur une pierre de fondation au niveau du sol.

Ce bâti reçoit les coussinets des trois arbres horizontaux étagés *o*, *o'* et o^2. L'arbre supérieur est muni d'une roue d'angle N' et des deux poulies *p* et *p'*, l'une fixe, recevant le mouvement du moteur, l'autre

1. On peut voir les dispositions de cet appareil dans le vol. XI, pl. 29.

mobile pour permettre à volonté de l'interrompre. La roue d'angle N′ est garnie de 40 dents en bois, et engrène avec une roue à denture de fonte de 31 dents, clavetée à l'extrémité supérieure de l'arbre vertical O. Celui-ci est maintenu par deux collets en bronze, reliés au bâti par deux arcades en fonte O′, et repose sur une crapaudine O^2, fixée sur le patin n^2.

Sur cet arbre O est monté le galet P, composé d'une longue douille en fonte alésée au diamètre de l'arbre, et tournée extérieurement pour recevoir des rondelles en cuir de 0m180 de diamètre, serrées par un écrou; au-dessous de la collerette en saillie sur laquelle viennent reposer ces rondelles, est ménagée une gorge annulaire dans laquelle sont engagés deux galets diamétralement opposés, dont les axes sont fixés au levier Q, fondu à cet effet avec une sorte de collier qui entoure la douille du galet.

Ce levier est monté sur un centre fixe d'oscillation q, et est terminé par une portion de cercle denté qui engrène avec un petit pignon q'; celui-ci est calé à l'extrémité d'un arbre horizontal monté dans des paliers fixés au bâti, et muni, à l'extrémité opposée au pignon, d'une manette à quatre poignées, et d'une petite roue à rochet q^2 avec son cliquet. Au moyen de la manette on fait tourner le pignon q', et par suite on déplace le levier Q sur son centre q; le galet P se trouve naturellement entraîné par le levier, on l'éloigne ou on le rapproche ainsi du centre du plateau P′, suivant le sens dans lequel on a fait tourner le pignon q'. Une longue rainure est pratiquée dans l'arbre O pour recevoir la clavette qui fixe le galet dans toutes ses positions.

L'axe o^2 du plateau P est ajusté sans collets dans les deux paliers qui le supportent, de façon à pouvoir glisser légèrement sous la pression de la vis de buttée r, laquelle est creuse et renferme un petit ressort à boudin exerçant une légère pression sur l'arbre du plateau, de façon à maintenir celui-ci constamment en contact avec le galet de friction.

Cet axe o^2 est encore muni d'un pignon de 10 dents r', qui engrène avec la roue R, de 100 dents, calée sur l'arbre intermédiaire o', lequel est muni du pignon l, de 16 dents, transmettant le mouvement directement au rouleau du foulard, et celui-ci, ainsi que nous l'avons vu, à tous les cylindres sécheurs.

CONDITIONS DE MARCHE DU SÉCHOIR A 7 CYLINDRES.

Cet appareil a été construit pour M. Hubner, manufacturier à Moscou. Ses dimensions permettent de faire passer sur les cylindres sécheurs trois pièces de front de 0m780 de largeur. En communiquant à ces cylindres une vitesse de 38 tours environ par minute, on peut sécher par heure :

12 pièces de 100 mètres de longueur en ne séchant qu'une pièce à la fois.

Soit 36 pièces dans le même temps par les trois passages [1].

1. Des expériences faites par M. Royer et relatées dans le *Bulletin de la Société de Mulhouse* (1839) ont donné pour résultat : 20 pièces de calicot, sortant de la presse,

On peut aisément se rendre compte que les organes de la transmission sont bien disposés pour obtenir ce résultat, par les rapports qui existent entre les diamètres des cylindres sécheurs et le nombre de dents des engrenages.

Ainsi les cylindres ont $0^m 500$ de diamètre ;

Soit de circonférence $3,1416 \times 0^m 500 = 1^m 570,80$.

A chaque révolution, ces cylindres délivrent donc environ $1^m 570$ de tissu, il faut alors qu'ils soient animés d'une vitesse de :

$$1^m 57 : 1200 :: 1 : x = 764^t 3 \text{ par heure, ou } 12^t 73 \text{ par minute.}$$

Le diamètre du cylindre fournisseur *d*, du foulard, a $0^m 167$, soit, de circonférence, $3,1416 \times 0^m 167 = 0^m 524$. Il faut donc, pour qu'il délivre cette même quantité de 1200 mètres par heure, ou 20 mètres par minute, qu'il soit animé dans le même temps d'une vitesse de :

$$\frac{20^m}{0^m 524} = 38^t 16.$$

Le rapport qui existe entre le pignon *k*, de 34 dents, calé sur l'arbre de ce rouleau, et la roue K, de 102 [1] dents, fixée sur l'axe des cylindres sécheurs, donne bien, en effet, environ la même proportion de :

$$34 : 102 :: 12,73 : 38,16.$$

Le petit pignon *l* de la commande par friction qui engrène le pignon *k* n'a que 16 dents, l'arbre *o'* de la commande par friction doit donc faire :

$$\frac{38^t 16 \times 34}{16} = 81 \text{ tours par minute,}$$

et le plateau P 810 tours dans le même temps, puisque la roue R est dans le rapport de 1 à 10 avec le pignon *r'* calé sur l'axe de ce plateau.

Du reste, par l'application de ce système de commande par friction, il est facile, comme nous l'avons dit, en déplaçant le galet de friction P sur le plateau P', de modifier sensiblement la vitesse générale sans rien changer aux organes de la transmission, ni modifier leur rapport en quoi que ce soit.

pesaient 150 kilog.; après 3 heures 1/2 de dessiccation, elles pesaient 76 kilog.; la quantité d'eau évaporée a été par conséquent de 74 kilog., et comme la quantité de vapeur condensée a été de 102 kilog., 1 kilog. de houille a évaporé $5 \times \frac{74}{102} = 3^k 63$. Des expériences faites sur 325 pièces ont donné, pour l'effet utile de 1 kilog. de houille, $3^k 65$.

1. Lorsque l'usure du rouleau foulard nécessite une nouvelle gravure, on remplace la roue K, de 102 dents, par une roue de 103 dents, et le foulard n'a plus dans ce cas que $0^m 165$ au lieu de $0^m 167$. La roue intermédiaire K' est montée sur un prisonnier fixé dans une coulisse concentrique au rouleau foulard, qui permet à cette roue de varier en engrénant toujours le pignon *k*.

DESCRIPTION DU SÉCHOIR A QUINZE CYLINDRES

REPRÉSENTÉ PL. 13.

Cette disposition de séchoir est particulièrement destinée aux apprêteurs de tissus de fabrication courante, tels que les calicots et les cotonnades, etc., dont on ne craint pas de mettre l'endroit et l'envers alternativement en contact avec les cylindres sécheurs.

On a dû remarquer, en effet, qu'avec les cylindres rangés sur une seule ligne, comme ceux de l'appareil représenté planche 12, le tissu ne présente jamais que son envers, tandis qu'avec les deux cylindres superposés du séchoir à 15 cylindres, il s'enroule d'un côté sur les cylindres inférieurs, et, naturellement, du côté opposé sur les supérieurs.

L'appareil peut être en outre muni, comme le séchoir à sept cylindres, d'un tambour *élargisseur*, à règles mobiles, qui a pour objet de faire disparaître les plis que conservent les étoffes qui sortent des diverses opérations de blanchiment, de teinture ou de lavage.

La fig. 1re représente en élévation longitudinale l'appareil tout monté et prêt à fonctionner.

La fig. 2 est une portion de plan vu en dessus de ce même appareil, dessinée, comme la fig. 1re, au 1/20 de l'exécution ; seulement les deux côtés du bâti sont rapprochés pour occuper moins de largeur ; les cotes indiquent, du reste, les véritables dimensions.

Les fig. 3 et 4 indiquent en section, à une échelle double, la disposition intérieure des cylindres sécheurs.

Les fig. 5, 6 et 7 montrent en détail la construction du tambour élargisseur ou vis à élargir à segments mobiles.

Des cylindres sécheurs. — L'inspection de ces figures fait aisément reconnaître que le mode de construction générale de ce séchoir ne diffère pas sensiblement du précédent, si ce n'est par la multiplicité des cylindres sécheurs C et C' et leurs superpositions. Aussi, pour éviter les répétitions autant que possible, avons-nous mis les mêmes lettres sur les pièces semblables dans les deux machines, de telle sorte que la description de l'une complétera celle de l'autre.

L'arrivée de la vapeur venant du générateur a lieu par le tuyau à deux branches I^2, qui la distribue aux quinze cylindres par les tubes verticaux i, greffés sur le tuyau horizontal I.

Du côté opposé à l'entrée de vapeur sont disposés les tubes i, destinés à l'échappement de l'eau produite par la vapeur condensée à l'intérieur des cylindres.

Les fig. 3 et 4 indiquent le mode de construction adopté par M. Tulpin pour ces cylindres, ainsi que la disposition du tube intérieur i^2, qui puise l'eau à la circonférence pour la déverser dans le tube central.

Ainsi que nous l'avons dit, le corps des cylindres est en cuivre rouge.

et les deux plateaux extrêmes sont en fonte, reliés l'un à l'autre par six boulons en fer de 20 millimètres de diamètre.

Les plateaux sont fondus sur leur face intérieure avec des nervures qui les consolident et, extérieurement, avec une sorte de cuvette à fond plat, fermée par un disque en tôle mince *b'*. Entre ce disque et le fond est introduite de la sciure de bois ou autre matière non conductrice de la chaleur, afin d'éviter le refroidissement. Le moyeu central *c*, fondu avec chaque plateau, est creux pour permettre ou l'entrée de la vapeur, ou la sortie de l'eau de condensation. Ces moyeux sont tournés extérieurement pour être ajustés dans les coussinets du palier *a* fondus avec le bâti; le renflement du bout est alésé pour recevoir le tube fixe *i'* (voyez fig. 4) et le presse-étoupe hermétique destiné à empêcher les fuites de vapeur.

Le tube i^2, d'extraction de l'eau, est recourbé pour former une sorte de siphon, et avoir l'une de ses extrémités en communication avec le centre creux du moyeu; son milieu est attaché intérieurement au cylindre, et son extrémité opposée débouche dans une petite gouttière c^2, fixée à la circonférence intérieure du cylindre. Le liquide provenant de la condensation entre naturellement dans cette gouttière, dont l'ouverture est disposée relativement au sens de rotation du cylindre pour faciliter cette entrée; l'écoulement de l'eau s'effectue alors par ce tube i^2, et se rend, par le tube *i'* dans la conduite générale I', aux 15 cylindres.

Du foulard ou appareil a empeser. — Cet appareil diffère peu du *foulard* précédemment décrit, si ce n'est qu'il occupe toute la largeur de la machine; il est composé de trois rouleaux superposés *d*, *d'* et d^2; celui du milieu est en bois et a 0m203 de diamètre, et les deux autres de 0m180 de diamètre sont en fonte. Le rouleau supérieur presse sur le rouleau intermédiaire, non-seulement par son propre poids, mais encore par l'action des contre-poids *p*, qui agissent à l'extrémité des leviers E' reliés par la tringle *f* à l'axe de ce rouleau. Des béquilles E permettent, en les plaçant verticalement, de maintenir les leviers E' pour soustraire les cylindres à l'action des contre-poids, et par suite faciliter l'introduction de l'étoffe entre les cylindres au commencement d'une opération.

Marche du tissu. — Le tissu à apprêter est engagé entre les barettes de tension G et est plongé dans l'auge D contenant l'apprêt en passant sous de petits rouleaux disposés au fond de cette auge; il en sort pour s'engager entre le premier et le deuxième rouleau, *d*, *d'*, puis entre le deuxième et le troisième, passe par-dessus ce dernier, et est dirigé sur le rouleau-guide *g*, qui le conduit au premier cylindre sécheur; il circule ensuite d'un cylindre à l'autre, du cylindre inférieur à celui supérieur, et réciproquement jusqu'au dernier cylindre; là il est conduit sur l'ensouple H par le rouleau-guide g^2, attiré qu'il est par les rouleaux d'appel.

Transmission de mouvement. — Dans cette machine, le mouvement est transmis du moteur de l'usine à une poulie fixe P, montée sur le prolongement de l'axe *o* du pignon principal *l*. Cet arbre est supporté d'un

bout par le bâti du séchoir et de l'autre par un montant spécial en fonte N, fixé sur le sol.

Près de la poulie fixe est montée la poulie folle P', qui permet d'interrompre à volonté le mouvement en faisant passer la courroie de l'une sur l'autre, au moyen de la fourchette d'embrayage O, montée à l'extrémité de l'arbre o', muni à son extrémité opposée du levier à main L. Un ressort à double encoche o^2 permet d'arrêter ce levier dans l'une ou l'autre des positions correspondant à la marche ou à l'arrêt de la machine.

Le pignon l, calé sur l'arbre moteur o, a 20 dents; il engrène avec une grande roue K, de 102 dents, fixée sur l'axe du premier cylindre sécheur, lequel transmet le mouvement à tous les autres cylindres par la série de roues J et J', de même diamètre et du même nombre de dents.

La première roue K commande aussi le rouleau d' de l'appareil à empeser, au moyen de la petite roue k, de 46 dents, et d'un intermédiaire K'.

La dernière roue J' des cylindres sécheurs donne le mouvement au rouleau d'appel l' et à l'ensouple H, au moyen de l'intermédiaire L', de la roue l^2, de 46 dents, et du pignon m, de 34 dents.

VIS A ÉLARGIR A SEGMENTS MOBILES.

Toutes les étoffes, et principalement les calicots, mousselines et jaconas qui dans la fabrication sont soumis à des opérations de lessivage et de foulonnage, conservent des plis, des froissures, qu'il est difficile de faire disparaître. On faisait usage primitivement dans ce but de règles divergentes dont l'un des côtés, légèrement arrondi, était muni de cannelures qui, partant du centre, se dirigeaient vers les extrémités, les unes à droite, les autres à gauche. En passant sur ces règles solidement fixées à la machine, les pièces d'étoffe s'élargissaient par la disposition même des cannelures, qui tendent à ramener sans cesse le tissu du centre vers les bords; mais la durée du contact de la toile n'est jamais assez prolongée pour que tous les plis soient effacés, et ce n'est qu'en multipliant le nombre de ces règles et qu'en augmentant la tension de l'étoffe qu'on peut atteindre ce but.

En 1842, M. Huguenin-Cornetz présenta à la Société industrielle de Mulhouse[1] un système de *tambour élargisseur* importé d'Angleterre, destiné à faire disparaître les difficultés que présentait l'application des règles divergentes.

Ce tambour élargisseur est formé de règles divergentes mobiles qui, par un mouvement de rotation du tambour produit par la toile même, et guidées par les gorges d'un certain nombre de poulies inclinées, décrivent un mouvement de va-et-vient; c'est-à-dire que chacune des règles

1. *Bulletin de cette Société*, tome XVI, page 72.

engagée, au moyen de tenons, dans ces poulies inclinées ou excentriques, est animée d'un mouvement alternatif dans le sens de sa longueur, et qui s'accomplit du milieu vers le bord du tambour, pendant la moitié d'une révolution, et *vice versa* pendant l'autre moitié.

L'appareil est, de plus, disposé de telle manière que, pendant qu'une règle se meut vers l'un des côtés, celle opposée est poussée en sens contraire. On comprend dès lors que la toile, enveloppant la moitié de la circonférence du tambour, et se trouvant d'ailleurs fortement tendue, est comme adhérente aux règles et en suit le mouvement divergent. Cet effet est tellement prononcé qu'on parviendrait facilement à la déchirer, si on poussait la tension, dans le sens de la longueur, au delà de celle nécessaire à faire tourner le tambour.

Les fig. 5 à 7 de la pl. 13 représentent une vis à élargir à segments mobiles, dont la construction est basée sur les données qui précèdent, mais présentant dans ses détails d'exécution des particularités nouvelles et ingénieuses dues à M. Tulpin, lesquelles rendent le réglage de ces appareils très-facile et permettent d'obtenir des résultats des plus satisfaisants.

L'appareil est composé d'un axe en fonte S, de section elliptique pour toute sa longueur, à l'exception pourtant des deux extrémités qui sont tournées; quatre manchons *s*, tournés extérieurement, sont ajustés sur cet arbre à l'endroit de petits renflements ménagés de fonte à cet effet, et traversés par des broches en fer qui leur servent d'axe de rotation. Les deux manchons des extrémités sont en outre reliés à l'axe par des vis s', qui servent à les fixer suivant une obliquité convenable, laquelle peut être variée à volonté en faisant pivoter le manchon sur sa broche centrale, et en l'arrêtant en un point quelconque de la coulisse dont il est muni (voyez fig. 5 et 7).

Sur chacun de ces manchons est ajustée libre une virole s^2, fondue avec quatre bras reliés par une couronne, laquelle est munie de dix bossages percés pour recevoir un même nombre de tourillons en fonte *t*, qui réunissent les segments S' à la virole. Celle-ci est retenue, dans la gorge tournée du manchon, par une rondelle rapportée et fixée par des vis.

Les tourillons en fonte *t* sont tournés et ajustés librement dans les bossages de la couronne et retenus par une goupille. Les segments S' sont en fonte ou en cuivre, suivant l'usage auquel l'appareil est destiné; ils portent chacun deux oreilles qui servent à les relier aux tourillons *t* au moyen d'une broche; l'ajustement doit être libre, de façon que cet assemblage produise l'effet d'une charnière.

Chaque segment, occupant toute la longueur de l'arbre, est en deux pièces, pouvant se déplacer indépendamment dans le sens longitudinal en glissant l'une contre l'autre. Dans ce but, au milieu de l'arbre, entre les deux manchons, les bouts des deux pièces sont entaillés de la moitié de leur largeur et sont un peu moins longs pour éviter qu'ils ne se tou-

chent; de plus, pour les guider dans leur mouvement de va-et-vient, ces pièces sont reliées en dessous par une bande de fer plate t' fixée à l'une d'elles par deux rivets, et glissant aisément sur l'autre.

Les deux manchons extrêmes étant réglés de pente égale, chacun dans une direction opposée, au moyen des vis s', comme l'indique le tracé fig. 7, les segments S' sont plus près les uns des autres d'un côté que de l'autre de l'axe en fonte S, tandis que les distances restent égales dans deux autres endroits; les unes se trouvent, par exemple, comme on le voit sur le tracé, aux points x', et les autres aux points x^2.

On fixe l'axe en fonte de façon que le tissu commence à embrasser la vis au point où les segments sont le plus rapprochés, et ne la quittent qu'au point où ils sont le plus distants; le tissu embrasse alors la moitié de la circonférence de la vis.

Le tissu, étant entraîné par le manchon, entraîne à son tour les segments et ceux-ci les viroles s^2. Ces viroles étant placées dans les manchons inclinés, on comprend que les règles S^2, outre leur mouvement de rotation, sont continuellement animées d'un mouvement divergent de va-et-vient qui tend constamment à élargir l'étoffe qui y est appliquée.

La place de la vis sur les deux séchoirs représentés pl. 12 et 13, est indiquée en x : les deux bouts de l'axe reposent dans la fourche des supports et y sont arrêtés de manière que le tissu arrive bien, comme nous l'avons dit, à l'endroit où les règles sont fermées, et à la leur faire quitter là où elles sont entièrement ouvertes.

Ces vis à élargir sont employées avec avantage, non-seulement aux machines à sécher et à apprêter, mais encore aux machines à imprimer aux rouleaux, lorsqu'on imprime des soubassements unis ou tout autre dessin qui n'exige pas de couture.

DISTRIBUTEUR MÉCANIQUE ET RÉGULATEUR DE PRESSION.

Pour régulariser la pression dans les tambours sécheurs ou autres appareils analogues où une pression constante est nécessaire, M. Tulpin a imaginé un petit appareil simple qui donne d'excellents résultats [1].

Pour mieux faire apprécier l'avantage que présente ce nouvel appareil, voici en quelques mots la disposition la plus généralement usitée jusqu'à ce jour. Elle consiste en un corps de pompe dans lequel se meut un piston à frottement très-doux. Cette pompe est placée sur le parcours du tuyau qui amène la vapeur aux tambours sécheurs; la tige du piston est articulée à l'extrémité d'un levier mobile autour de son centre, et portant à son autre extrémité un contre-poids que l'on peut régler sui-

1. Cet appareil a été présenté par M. A. Dollfus à la Société industrielle de Mulhouse dans la séance du 31 octobre 1860, et est publié dans le numéro de mai 1861 du Bulletin de cette Société, dans lequel nous puisons les renseignements qui suivent.

vant la pression à laquelle on veut travailler; le même levier porte une tringle qui manœuvre le robinet de prise de vapeur. Celle-ci, dans son trajet, passe dans le corps de pompe, et, pressant sur le piston, soulève le contre-poids. Lorsque la pression augmente, le piston descend et la tringle ferme le robinet; si, au contraire, elle diminue, le jeu se fait en sens inverse et le robinet s'ouvre.

Le grand inconvénient de ce régulateur consiste dans le frottement du piston dans le corps de pompe, frottement que l'on ne peut diminuer sans avoir des fuites de vapeur, ni augmenter sans enlever en même temps toute la sensibilité à l'appareil. La boîte à étoupe de la tige du piston est aussi une cause de frottement et de perte de vapeur. L'appareil demande en outre une surveillance suivie, et est d'un prix assez élevé à cause des grandes dimensions que l'on est obligé de lui donner, si l'on veut se débarrasser autant que possible des causes d'inexactitude qui viennent d'être signalées.

M. Tulpin a trouvé le moyen de remédier à tous ces inconvénients par les dispositions de l'appareil représenté ci-contre en section verticale et en plan vu en dessus.

Ce système de régulateur est composé de deux vases *c* et *o* contenant de l'eau et communiquant ensemble par un canal *a*. Le vase *c* est fermé par un disque en caoutchouc, renforcé au centre, et sur lequel repose un buttoir creux *f* pouvant se mouvoir verticalement, et guidé dans sa course par la douille du couvercle *e* de l'appareil. Ce buttoir est articulé avec un levier G, à vis mobile autour du centre *g*, et muni à son extrémité, en forme de secteur, d'un contre-poids *h*. Un bouton *j* attaché à ce levier est engagé dans la coulisse d'un levier *i*, monté sur l'axe de la valve *k*, laquelle est placée sur le parcours du tuyau R, qui conduit la vapeur du générateur au séchoir. La partie supérieure du réservoir *o* est en communication directe par le tube *n* avec la vapeur détendue. Un manomètre à cadran *p* communique avec la cuvette C pour indiquer la pression réelle de la vapeur détendue.

Cet appareil fonctionne sur le même principe que l'ancien en usage : on voit en effet que la vapeur vient également exercer sa pression par le tube *n* sur la surface libre de l'eau contenue dans le vase *o*; mais le

mécanisme qui sert d'intermédiaire à cette pression pour manœuvrer le papillon de la valve *k* offre cette différence, qu'il agit sans occasionner de perte appréciable de vapeur et que le frottement du piston a disparu, le buttoir *f* n'exerçant dans la douille qui le guide qu'un frottement insignifiant que l'on peut complétement négliger.

Cet appareil, appliqué chez MM. Dollfus-Mieg et Ce, a pu, à cause de l'exactitude avec laquelle il règle, réaliser une économie importante de vapeur en utilisant pour l'alimentation des tambours sécheurs la vapeur de retour que l'on n'osait employer avec les anciens appareils; car la température nécessaire pour les tambours exige que l'on emploie de la vapeur ayant au moins 3/4 d'atmosphère, au-dessous de cette limite le tambour fonctionnant mal. Voici la disposition adoptée dans ce but : le tambour est mis en communication à la fois avec la vapeur de retour d'une part, et de l'autre avec la vapeur venant de la chaudière, mais passant par le régulateur ; tant que la vapeur de retour a une pression suffisante, elle vient donner à l'appareil qui est réglé pour 3/4 d'atmosphère une contre-pression qui ferme complétement la valve; dès que la pression diminue, la valve se rouvre et l'on continue à travailler à la pression voulue.

APPAREIL EXTRACTEUR DE VAPEUR CONDENSÉE

(FIG. 1, PL. 13.)

Si le tuyau, qui donne issue à l'eau produite par la vapeur condensée à l'intérieur des cylindres sécheurs, communiquait librement avec l'atmosphère, avec cet air s'échapperait de la vapeur. De là une perte qu'il est indispensable d'éviter.

L'appareil extracteur de M. Tulpin, représenté en section verticale à droite de la fig. 1, pl. 13, a pour but de remédier à cet inconvénient; il est composé d'un cylindre en fonte T, monté sur quatre pieds qui l'élèvent un peu au-dessus du sol pour laisser la place nécessaire au tuyau d'arrivée T' en communication avec le tuyau I', qui amène la vapeur condensée de l'intérieur des cylindres sécheurs. Le tuyau T^2, destiné à l'échappement de l'eau, est également sous le fond du cylindre A.

A l'intérieur de ce cylindre est placé un flotteur creux en fonte U, suspendu à une tige en cuivre U', reliée par une chainette au levier U^2. Celui-ci est monté à articulation sur la colonnette V, et son extrémité opposée à celui qui reçoit la tige de suspension du flotteur est munie d'un contre-poids P, destiné à faire équilibre à ce dernier.

Le cylindre est fondu d'une seule pièce avec son fond et son couvercle. A ce dernier est ménagée une ouverture oblongue fermée par un bouchon en fonte *u*, maintenu en place par deux traverses de même métal, comme la fermeture d'un trou d'homme de chaudière à vapeur. Le

milieu de ce bouchon est garni d'un presse-étoupe en bronze qui livre passage à la tige de suspension, tout en évitant les fuites de vapeur.

Le tuyau de sortie T^2 est pourvu d'un robinet *u'* dont la clef est reliée par une tringle V' avec le balancier U^2.

L'appareil ainsi disposé doit être placé à une distance plus ou moins grande du séchoir, mais en tous cas (contrairement à ce que notre dessin indique) à 0m60 au minimum en contre-bas du tuyau de décharge I', afin que l'eau provenant de la vapeur condensée puisse y arriver naturellement. Cette eau, conduite par le tube *v*, qui s'élève à l'intérieur du cylindre, tendra à prendre dans celui-ci le niveau qu'elle a dans l'appareil chauffé ; mais auparavant, elle rencontre le flotteur U qu'elle soulève aussitôt que son niveau a atteint la ligne de flottaison *y*, *y'*.

Or, en soulevant le flotteur, l'extrémité opposée du levier U^2 auquel il est suspendu s'abaissera, et naturellement avec lui la tringle U', qui alors agira sur la clef du robinet *u'* pour l'ouvrir et commencer ainsi l'évacuation de l'eau. Cette ouverture du robinet étant ainsi soumise à l'action du flotteur se fait toujours dans les limites convenables pour faire évacuer, au fur et à mesure qu'elle arrive, l'eau provenant de la condensation de la vapeur, sans permettre à cette vapeur de s'échapper, car tel est le but de l'appareil.

Il est facile en effet de se rendre compte que la vapeur ne peut s'échapper avec l'eau. Ainsi, comme le commencement de l'ouverture du robinet *u'* ne peut avoir lieu que lorsque le niveau de l'eau a atteint la ligne de flottaison *y y'*, et que la vapeur, on le sait, occupe la capacité au-dessus de l'eau, il faudrait, pour que cette vapeur s'échappât, qu'elle traversât la couche d'eau pour sortir en même temps qu'elle, ce qui ne peut avoir lieu que si le niveau de la ligne d'eau est abaissé de 3 ou 4 centimètres ; mais alors, dans ce cas, l'ouverture du robinet se ferme, et par conséquent la vapeur ne peut pas plus sortir que le liquide.

Comme le but de cet appareil est d'éviter toute perte de vapeur, il est utile, quand on en fait usage, de placer sur le tuyau d'arrivée de vapeur aux objets chauffés, par exemple sur le tuyau I du séchoir (fig. 1, pl. 13), une soupape de sûreté *j*, dont le diamètre doit être déterminé en raison de celui du tuyau de prise de vapeur et de la tension dans la chaudière, puis chargée de façon à ne pas donner plus de tension dans les cylindres chauffés qu'ils n'en peuvent supporter.

MACHINES ASPIRANTES

DESTINÉES

A L'EXTRACTION DU GAZ DES CORNUES DE DISTILLATION

EXTRACTEUR A PISTONS ET A TROIS CYLINDRES

Construit par M. GARGAN, mécanicien à La Villette

POUR LA COMPAGNIE GÉNÉRALE PARISIENNE D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

Sous la direction de M. ARSON, ingénieur en chef de cette Compagnie

(PLANCHE 14)

On sait que dans la fabrication du gaz d'éclairage, à la sortie des cornues de distillation, le gaz passe dans un *barillet* placé ordinairement à la partie antérieure du fourneau; les tuyaux de dégagement pénètrent dans ce barillet et plongent de 3 à 4 centimètres dans le liquide qu'il contient, eau et goudron, et qui occupe environ la moitié de sa capacité. L'effet utile de cette disposition est d'intercepter la communication libre entre l'intérieur des cornues et le reste des appareils, de telle sorte que l'on puisse ouvrir les cornues sans donner accès à l'air ou issue au gaz.

Les tubes, par leur immersion dans le goudron du barillet, occasionnent une faible pression sur le gaz qui traverse ce liquide, et à cette pression s'ajoute celle qui résulte des frottements et des immersions dans les épurateurs, outre la pression représentée par le poids du gazomètre que doit soulever le gaz. A toutes ces pressions, lorsque l'usine est dans une localité plus élevée que les lieux de distribution, il faut ajouter celle nécessaire pour contre-balancer le poids de l'atmosphère, plus pesante naturellement dans les lieux bas, puisque la colonne s'y trouve plus haute.

Ces causes réunies portent parfois à 40 et jusqu'à 60 centimètres d'eau la pression totale qui réagit sur l'intérieur des cornues, ce qui contribue à les détériorer, à faire échapper le gaz par tous les joints et les fissures et occasionne des déperditions de 10, 15 et 20 pour 0/0, parfois même au delà. En outre, on a reconnu par des expériences que la principale

cause de l'incrustation des cornues est la compression du gaz au moment de sa production. Non-seulement le carbone qui se dépose obstrue et empêche l'action de la chaleur, mais ce dépôt se fait encore au préjudice de la qualité du gaz. L'adoption des cornues en terre a aussi rendu indispensable l'usage d'appareils ayant pour objet de supprimer la pression dans les cornues.

On s'est beaucoup occupé de cette question dans ces derniers temps, et différentes machines ont été imaginées dans ce but. On a d'abord fait usage de ventilateurs, de cagniardelles, sortes de vis d'Archimède, enfin des pompes conjugées et des pompes rotatives. On règle leur action d'après la quantité de gaz produite, et elles sont reliées à un régulateur ou compensateur qui empêche, dans le cas où la production, en diminuant, ne serait plus en rapport avec l'aspirateur, qu'il ne se produise du vide, ce qui ferait entrer de l'air dans les cornues et amènerait alors, par son mélange avec le gaz, une diminution dans le pouvoir éclairant.

Voici la description sommaire des principaux appareils extracteurs dont on a fait usage[1].

A l'usine de la compagnie impériale, à King's Cross, M. Methven, ingénieur de cette usine, a fait l'application d'un appareil extracteur, composé d'un jeu de trois cloches en tôle, renversées dans un réservoir d'eau. Ces cloches sont disposées pour s'élever et s'abaisser, au moyen de manivelles agissant sur des tiges qui sont dirigées par des guides. Chacune de ces cloches recouvre une chambre circulaire en fonte, dont l'intérieur communique avec le barillet; une soupape, placée à la partie supérieure de cette chambre, permet au gaz de passer dans les cloches mobiles lorsqu'elles s'élèvent. Ces cloches sont aussi munies d'une soupape à la partie supérieure, laquelle s'ouvre lorsque la cloche descend, et le gaz passe dans la partie supérieure du réservoir, qui communique avec les purificateurs et le gazomètre. Le réservoir contient assez d'eau pour que, quand la cloche monte, le gaz qu'elle contient ne puisse communiquer avec celui qui est contenu dans ce réservoir.

La rapidité de l'action de cet appareil est réglée au moyen d'une poulie conique sur laquelle agit la courroie, afin de régler l'aspiration autant que possible, suivant la quantité de gaz produite; mais, pour empêcher la pression de descendre dans le barillet au-dessous de la pression atmosphérique, un régulateur est relié à l'extracteur. Ce régulateur consiste en une chambre qui communique avec les tuyaux d'entrée et de sortie; mais ces tuyaux se trouvent séparés, lorsque l'aspiration est convenable, par une soupape conique mise en mouvement par un flotteur dont l'action dépend de l'extracteur lui-même. Le mouvement de ce flotteur est transmis aux valves au moyen d'une tige et d'un levier, avec la fermeture hydraulique habituelle; lorsque la machine fait baisser la pression du gaz dans le barillet au-dessous de celle de l'atmosphère, le flotteur du régulateur, en s'abaissant, établit la communication entre le tuyau d'entrée et le tuyau de sortie, de manière à rétablir l'équilibre.

1. Une partie des renseignements qui suivent sont puisés dans le *Traité de la fabrication du gaz d'éclairage* de M. Samuel Clegg, traduit de l'anglais par M. Servier.

L'extracteur de M. Methven fut d'abord appliqué aux *Commercial Gaz-Works*, les trois cloches mobiles, marchant à leur plus grande vitesse, aspiraient 1.698 mètres cubes de gaz à l'heure, sous une pression de 0m 075, la force motrice ne dépassant pas trois chevaux.

Une autre disposition, basée sur le même principe et qui a fait le sujet d'un brevet en 1850, a été adoptée par M. Pauwels, dans l'usine d'Ivry ; cet extracteur est, comme celui de M. Methven, composé de trois cloches alternativement élevées et abaissées par le mouvement rotatif d'un arbre de couche, d'engrenages et de bielles, mais les cloches sont beaucoup plus grandes, de sorte que l'aspiration se fait avec un mouvement plus lent. Une autre différence de cet appareil est la substitution de fermetures hydrauliques aux soupapes employées par M. Methven.

M. George Anderson a établi, en 1853, à l'usine du *Great Central*, un extracteur dont l'action est analogue à celle d'un cylindre de machine à vapeur ; il est animé d'un mouvement rapide et décharge le gaz alternativement de chaque côté du piston. L'avantage de cet aspirateur consiste dans la simplicité de sa construction. Deux appareils de ce système, dont les cylindres avaient 0m 60 de diamètre et 0m 375 de course, ont pu refouler en moyenne 1,500 mètres cubes de gaz à l'heure.

EXTRACTEUR ROTATIF

Proposé par M. J.-T. BEALE, d'East-Greenwich

ET REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 8 A 10, PL. 14.

Cet extracteur, très-répandu en Angleterre, et qui a reçu à la grande usine de La Villette plusieurs applications, donne de très-bons résultats relativement aux précédents. Il est composé de deux cylindres : le premier A est fixe, et est fondu avec les tubulures d'entrée *a* et de sortie *a'*; le second B est mobile, et placé excentriquement dans le premier, il est fondu avec des tourillons *b* qui traversent des boites *c* et *c'*, vissées sur les deux fonds C du cylindre-enveloppe A. Une des boites est munie d'un stuffing-box *c'*, au travers duquel passe l'axe, prolongé à cet effet pour recevoir la poulie de transmission.

Les fonds sont fondus avec des brides au moyen desquelles ils sont reliés au cylindre par des boulons à écrous, et à chacun d'eux, sur la face intérieure, est ménagée une rainure circulaire *d* convenablement dressée pour recevoir deux petits galets en acier *d'*. Ces galets sont montés librement sur de petits goujons, qui font partie des plaques D formant pistons. Ces plaques sont, à cet effet, ajustées à frottement doux dans des guides saillants fondus à l'intérieur du cylindre mobile B, de façon à pouvoir y glisser aisément.

Quand l'axe tourne en entraînant naturellement le cylindre B, les pistons D, dont les galets sont guidés par les rainures circulaires *d*, sortent à mesure que l'intervalle entre l'axe et la paroi du cylindre augmente, et ils rentrent quand cet intervalle diminue, restant toujours ainsi con-

stamment en contact avec la paroi intérieure du cylindre-enveloppe A.

Les pistons ont donc un mouvement de va-et-vient; il s'ensuit alors que, lorsque l'axe tourne, l'un des pistons, en se développant, aspire le gaz qui s'introduit par la tubulure d'entrée *a*, jusqu'à ce que la seconde plaque glissante vienne passer devant cette tubulure. L'action de la première plaque cesse alors comme aspiration, et c'est au tour de la seconde. Le gaz qui se trouve ainsi aspiré commence à s'échapper par la tubulure de sortie *a'*, quand la première plaque a démasqué l'orifice; la seconde plaque, dans ce cas, refoule le gaz, puis, revenant vers l'orifice d'entrée, aspire à nouveau tandis que la première refoule, et ainsi de suite; l'aspiration et le refoulement sont donc continus.

M. Georges Jones, de la fonderie de Lionnel Street, à Birmingham, a installé dans l'usine de la *Chartered Company*, dans Brick Lane, un appareil extracteur un peu différent du précédent comme construction. Dans cet appareil l'aspiration est produite par la rotation en sens opposé de deux cammes ajustées avec le plus grand soin à l'intérieur d'une enveloppe fixe de forme oblongue. Ces cammes tournent en restant en contact, mais sans frottement sensible. Des ouvertures sont ménagées de chaque côté de l'enveloppe, l'une pour l'entrée du gaz, et l'autre pour la sortie. Le mouvement est transmis aux deux cammes par deux pignons fixés sur leurs axes, et s'engrenant ensemble, celui de la camme inférieure recevant le mouvement du moteur au moyen d'une poulie.

Chaque révolution de cette poulie motrice produit quatre passages successifs du gaz, de sorte que le courant est sensiblement continu.

EXTRACTEUR A ACTION CENTRIFUGE

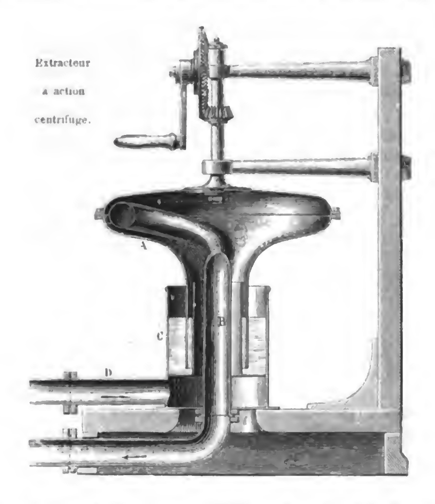
Imaginé par M. E. BOURDON, ingénieur-constructeur à Paris.

M. Bourdon a imaginé un appareil d'une construction très-simple qui offre l'avantage d'être d'une application facile, et surtout de pouvoir fonctionner en évitant complétement les fuites de gaz, qui ont toujours lieu dans ces sortes de machines par les joints des pièces en mouvement.

La figure placée à la page suivante permet de se rendre compte des dispositions de cet appareil. On voit qu'il est composé d'une enveloppe A suspendue à un arbre vertical en fer, bien guidé et maintenu entre deux collets en bronze. Cet arbre reçoit un mouvement rapide qu'il communique à l'enveloppe par un pignon et une roue d'angle, au moyen d'une manivelle fixée sur son moyeu. Il est bien entendu que ce mode de transmission doit être remplacé dans une usine importante par une poulie commandée par le moteur de cette usine.

Cette partie mobile de l'appareil est en communication avec la partie fixe au moyen d'une douille centrale et d'un vase extérieur C, de forme cylindrique, contenant du liquide pour former fermeture hydraulique et, par suite, empêcher toute fuite de gaz, lequel arrive des cornues par le tuyau D, à l'intérieur de l'enveloppe qui l'aspire au moyen de l'action rotative qui lui est communiquée.

Le gaz ainsi attiré à la circonférence intérieure, ne trouvant d'autre issue que le tube siphoïde B, se précipite dans sa partie courbe et redes-



cend par le tube vertical, comme l'indique le sens des flèches, pour se rendre aux épurateurs ou aux gazomètres.

DESCRIPTION DE L'EXTRACTEUR A PISTONS ET A TROIS CYLINDRES

DE M. ARSON ET REPRÉSENTÉ FIG. 1 A 7, PL. 14.

Après l'examen qui précède, et qui a permis sans doute de bien faire apprécier le degré d'avancement et de perfection de ces appareils spéciaux, nous allons décrire avec détails les dispositions et le mode de construction de l'une des belles et grandes machines à trois cylindres que M. Arson a fait construire dans les ateliers de M. Gargan, à La Villette, pour la Compagnie générale parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz.

M. Arson, à qui l'on doit plusieurs améliorations importantes dans la fabrication du gaz, s'était déjà, en 1846 et 1847, occupé avec M. Pauwels des premiers extracteurs qui furent appliqués à Paris, après en avoir complétement étudié le projet, de façon à réaliser matériellement à l'usine d'Ivry les idées qu'il avait eues antérieurement à ce sujet.

Devenu, lors de la fusion des diverses usines, ingénieur en chef de la Compagnie parisienne, M. Arson a dû déployer la plus grande activité pour fonder ces grands établissements montés sur la plus vaste échelle qui existe peut-être aujourd'hui. Connaissant par expérience toute l'utilité des extracteurs, il s'est tout particulièrement appliqué à perfectionner ces appareils et à en doter toutes les nouvelles installations.

Douze machines de son système fonctionneront prochainement dans les diverses usines de la Compagnie. Les résultats obtenus sont des plus satisfaisants; l'aspiration, produite par les pistons agissant simultanément à des points différents de leur course dans les trois cylindres, est sensiblement continue ; le rendement est bien supérieur à celui des anciennes machines : ainsi, tandis qu'il n'est que de 45 0/0 dans les extracteurs rotatifs, il est de 80 0/0 dans les extracteurs à trois cylindres de M. Arson.

La fig. 1 est un plan général de la machine vue en dessus, le cylindre à vapeur coupé suivant son axe.

La fig. 2 est une élévation en section longitudinale faite par l'axe du premier cylindre aspirant, suivant la ligne 1-2 du plan.

La fig. 3 est une projection transversale montrant les trois cylindres de face, le premier extérieurement et les deux autres en section brisée, suivant la ligne 3-4-5-6-7-8.

Ces trois figures sont dessinées à l'échelle de 1/30 de l'exécution.

La fig. 4 donne en détail, à une échelle double des figures précédentes, la section de la boîte qui contient le tiroir de distribution d'un cylindre aspirant.

La fig. 5 montre séparé un des pistons, et les fig. 6 et 7 sont des détails d'un godet graisseur et de la lance au moyen de laquelle on peut opérer de loin le graissage pendant la marche.

Dispositions générales. — A l'inspection de ces figures on doit reconnaître que les dispositions générales de cette machine sont basées sur le principe des machines soufflantes à tiroir, mais, après examen, on se rendra aisément compte que bon nombre de détails de construction en diffèrent sensiblement.

Le bâti est composé d'un premier châssis en fonte A, de faible hauteur, destiné à recevoir les trois gros cylindres C; huit forts boulons *a* fixent solidement ce bâti sur un massif en pierre de taille établi à cet effet.

Un second châssis A', de même hauteur, plus étroit mais plus long, est relié au premier et est fixé de même sur le massif au moyen des boulons *a'*. Sur ce dernier sont boulonnés le cylindre de la machine motrice B, le guide *b* de la tige *b'* du piston B', et les paliers B^2 de l'arbre de transmission de mouvement D.

Cet arbre est coudé en son milieu pour recevoir la tête de la bielle D' qui lui communique le mouvement qu'elle reçoit de la tige du piston ; à ses deux extrémités sont calés les volants V, dont les bras sont munis

de boulons en acier *d*, formant manivelles pour recevoir les bielles à fourches E, qui actionnent les pistons des deux cylindres extracteurs extrêmes. Le piston de celui du milieu est commandé par la bielle E′, reliée à l'arbre moteur sur le même coude que la bielle motrice du cylindre à vapeur.

Cet arbre D est encore muni de cinq excentriques à colliers : le premier *d′* commande, par le tirant *e*, le tiroir *e′*, qui distribue la vapeur dans le cylindre moteur B. Sur ce tiroir est ajouté une plaque de détente à camme du système Farcot[1], que l'on règle à volonté au moyen d'un petit levier à cadran et à index e^2. Le second excentrique *f* actionne la pompe alimentaire F, fixée sur le bâti A de la machine, et garnie de ses soupapes et tubes d'aspiration F′ et de refoulement F^2. Les trois autres excentriques *g* commandent, par l'intermédiaire des tringles méplates en fer G et d'arbres à manivelles, les tiroirs de distribution des cylindres à gaz C.

Cylindres extracteurs du gaz. — Les trois cylindres C étant d'une construction complétement identique, ainsi que celle des organes qui en font partie, nous ne donnerons que la description de l'un d'eux, en prenant soin, sur les figures du dessin, d'indiquer les pièces semblables par les mêmes lettres. Sur le plan général (fig. 1), la boîte qui contient le tiroir de distribution est représentée en section ; sur le second, elle est vue extérieurement, et sur le troisième, le couvercle est supposé enlevé.

Chaque cylindre est fondu d'une seule pièce avec une enveloppe. Les tubulures d'aspiration *c* et *i′*, de refoulement *c′*, les conduits de gaz c^2, c^3 et *i*, et la table destinée à recevoir le tiroir de distribution T.

Les deux fonds H et H′ sont rapportés et vissés sur l'enveloppe ; ils sont pourvus de boites à étoupes *h* et *h′* pour le passage de la tige I, à laquelle est fixé le piston aspirant P. Celui-ci, comme l'indique la fig. 5, est composé de deux disques en fonte ajustés l'un dans l'autre et réunis par des boulons *i*; la circonférence du disque, fondu avec le rebord extérieur, est tournée à peu près exactement au même diamètre auquel est alésé le cylindre.

Le mouvement rectiligne de va-et-vient, communiqué à la tige I par la bielle E, est assuré, non-seulement par les deux presse-étoupe *h* et *h′*, mais encore par un guide I′, fixé sur une petite plaque d'assise spéciale, reliée au bâti A, et scellée au massif en pierre.

Pour éviter les accidents qui pourraient résulter si l'on s'approchait de la machine derrière les cylindres, lorsque les tiges sortent des fonds dans la marche en arrière du piston, un tube en fonte I^2, formant étui, est rapporté sur le couvercle du presse-étoupe.

La plaque horizontale que présente le dessus du cylindre est percée de trois ouvertures rectangulaires communiquant avec les conduits c^2

1. La description détaillée de ce système de détente est donnée dans le x[e] volume de ce Recueil et dans notre *Traité des moteurs à vapeur*.

et c^3, et destinées à l'introduction du gaz à l'intérieur du cylindre, puis à son échappement. Sur cette plaque est boulonnée la boite en fonte J, fermée par un couvercle de même métal J′, que l'on peut enlever aisément au besoin pour les réparations, en desserrant les boulons qui le retiennent aux bords de la boite, et en le maintenant soulevé au moyen d'une corde passée dans l'anneau *j*. Cette plaque est parfaitement dressée pour recevoir le tiroir T, animé d'un petit mouvement de va-et-vient qui lui permet de découvrir alternativement les deux orifices extrêmes *i* et *i′*, de manière à laisser entrer le gaz qui arrive dans la boite J, à droite et puis à gauche du piston, ou réciproquement.

Ce mouvement du tiroir T lui est transmis de l'arbre moteur D par le tirant G de l'excentrique *g*, qui actionne un petit arbre horizontal *k* par l'intermédiaire d'un petit levier *k′*. Cet arbre *k*, supporté par deux paliers K fondus avec le cylindre, est muni de deux autres leviers *l* montés parallèlement, et qui ont leurs extrémités supérieures reliées par de petites attaches à double articulation *l′* aux deux tiges *t* du tiroir.

Par cette disposition, le mouvement circulaire alternatif, communiqué à l'arbre *k*, est transformé en rectiligne de va-et-vient, le tiroir étant guidé par les deux petits presse-étoupe *j′*, rapportés à la boite J, pour livrer passage aux tiges *t*, tout en évitant les fuites de gaz.

Fonctionnement de l'extracteur. — La vapeur étant donnée au cylindre B de la machine motrice, l'arbre D met simultanément en mouvement les trois pistons dans leurs cylindres respectifs; les boutons *d* des manivelles correspondant aux cylindres extrêmes étant diamétralement opposés, leurs pistons sont à l'extrémité inverse de leur course, tandis que dans le cylindre du milieu le piston est à mi-course, le coude de l'arbre D se trouvant environ à angle droit par rapport aux deux boutons *d*. Il résulte naturellement de cette disposition, à la fois une plus grande régularité dans la marche de l'appareil et une aspiration presque continue des pistons extracteurs.

Les tubulures *c* communiquent avec le conduit de prise de gaz sur les barillets d'un certain nombre de cornues : sous l'impulsion aspiratrice des pistons (dans leur mouvement de droite à gauche, par exemple, comme on l'a supposé fig. 2 et 4), le gaz pénètre dans les boites de distribution J par les conduits c^2 (fig. 3), ménagés autour des cylindres pour établir une circulation complétement libre entre cette tubulure et les boites. Les tiroirs T sont alors placés pour laisser pénétrer ce gaz par les lumières *i* (fig. 2).

Quand les pistons sont arrivés à fin de course, chacun des tiroirs ferme l'orifice *i* de droite, et, ouvrant celui de gauche *i′*, met le premier en communication avec le conduit d'échappement c^3.

Dans le mouvement de retour, chaque piston, en aspirant alors le gaz par l'orifice *i′*, refoule en même temps par le conduit c^3 le gaz qu'il a aspiré, et ainsi de suite pour chacune des révolutions de l'arbre mo-

teur. Le gaz ainsi refoulé se rend aux épurateurs et aux laveurs par un tuyau auquel sont reliées les tubulures c' des trois cylindres.

TRAVAIL ET RENDEMENT DE LA MACHINE.

Le travail de cette machine est facile à apprécier, connaissant les dimensions exactes des cylindres aspirants, qui sont :

Diamètre extérieur, $0^{m}700$; course du piston, $0^{m}700$.

On a alors, pour la capacité de chaque cylindre :

$$0,785 \times (0^{m}700)^2 \times 0^{m}700 = 0^{m.c.}269 ;$$

soit, par coup double des pistons et pour les trois cylindres :

$$0^{m.c.}269 \times 2 \times 3 = 1^{m.c.}613.$$

En admettant la vitesse de 50 tours par minute, le volume engendré par les pistons pour les trois cylindres est dans ce temps de :

$$1^{m.c.}614 \times 50 = 80^{m.c.}700 ;$$

soit, par heure, $80^{m.c.}700 \times 60 = 4842^{m.c.}$;

et pour 24 heures, de $4842 \times 24 = 116208^{m.c.}$.

De nombreuses expériences, faites sous la direction de M. Arson, dans le but de reconnaître le rapport existant entre les volumes engendrés par les pistons et ceux refoulés, ont donné un rendement effectif au gazomètre d'environ 80 p. 100, bien que les pistons ne soient pourvus d'aucun segment, mais simplement ajustés au diamètre des cylindres et sans frottement.

Cette proportion de 80 p. 100 est restée sensiblement la même pour des vitesses variables de 10, 20, 30, 40, 50 et 60 tours par minute. La condition de pouvoir faire marcher la machine à des vitesses sensiblement différentes est indispensable pour les besoins du service, afin de mettre l'aspiration en rapport avec la production variable du gaz dans les cornues de distillation.

La compression du gaz dans les cylindres expliquerait en outre 3 à 4 p. 100 pour réduction du volume primitif, sans tenir compte d'un peu de condensation de vapeur de goudron, ce qui réduit finalement à 15 p. 100 la perte réelle en volume de gaz fourni par l'appareil, et dû sans doute aux fuites des pistons.

Le combustible consommé pour actionner la machine varie de 13 à 18 kilogrammes, soit en moyenne de 15 kilogrammes par 1000 mètres cubes de gaz envoyés aux gazomètres : c'est du menu coke qui a généralement peu de valeur.

TRAVAIL DU BOIS

SCIERIE MÉCANIQUE A CYLINDRES

ET A UNE SEULE LAME

POUR DÉBITER

LES BOIS EN MADRIERS ET EN PLANCHES

Par M. A. COCHOT, ingénieur-mécanicien à Paris

(PLANCHE 15)

Au commencement de ce volume nous avons donné le dessin et la description détaillée d'une belle et grande scierie à plusieurs lames pour débiter le bois en grume, construite par M. Cochot fils. Cette scie, destinée à fonctionner en forêt pour entreprendre des exploitations en Cochinchine, présente, comme particularité intéressante, un système de commande par le haut, qui permet la suppression de la fosse et la rend aisément transportable. Par quelques nouvelles modifications apportées à cette machine, M. Cochot vient de la rendre complétement locomobile : il en a fait une *scierie à cylindres*, montée sur roues.

Avec une telle scie, lorsqu'on est arrivé sur l'emplacement où elle doit fonctionner, il suffit de rendre le chariot invariable en exerçant une certaine pression sur les moyeux des roues pour en paralyser le mouvement ; de plus, l'avant-train, qui est naturellement mobile pendant le transport, peut être arrêté au moyen d'un boulon qui l'empêche de se déplacer, et qui assure ainsi la fixité du chariot. Les cylindres d'entraînement pour l'avancement du bois sont commandés par la partie inférieure ; de cette manière tout le mécanisme de commande se trouve protégé.

M. Cochot a également perfectionné les scieries mécaniques à cylindres et à une seule lame en donnant une grande solidité à toutes les parties de l'appareil, et en leur appliquant des dispositions particulières qui permettent d'obtenir un travail très-régulier, en même temps qu'il est très-rapide.

Ainsi, pour déterminer l'avancement du bois, M. Cochot fait usage

d'un système d'engrenages droits, qui permet de changer aisément l'une des roues, et, par suite, de varier la vitesse des cylindres qui font avancer le bois, au lieu de faire sauter le cliquet de plusieurs dents sur la roue à rochet, comme cela existe dans les scieries en usage.

Cette disposition permet donc de réduire considérablement le diamètre de la roue à rochet, qui, dans ces sortes de machines, prend quelquefois des proportions considérables.

La disposition des glissières est aussi parfaitement entendue; présentant beaucoup de surface, elles ne sont pas, comme dans les anciennes machines, susceptibles de prendre du jeu; de plus les couteaux, qui supportent la plus grande fatigue, étant en acier et guidés dans des coulisseaux en cuivre, peuvent fonctionner très-longtemps sans réparation.

Des scies de ce genre à une seule lame peuvent être employées avec autant d'avantage que les scies à plusieurs lames, car le réglage et le service en sont plus faciles et l'on peut faire avancer le bois beaucoup plus rapidement; ainsi dans le bois de sapin l'avancement peut être de 18 à 20 millimètres par chaque coup de scie; la lame étant guidée, on peut lui communiquer une très-grande vitesse et lui donner une longue course.

Avec une telle scie, on peut donc faire autant de travail qu'avec une machine à plusieurs lames, et on a l'avantage de pouvoir varier l'épaisseur des traits de scie sur un même madrier sans rien démonter, en modifiant seulement la position des cylindres cannelés.

Nous allons décrire dans tous ses détails cette machine perfectionnée, représentée sur la pl. 15, en considérant chacun des points principaux, qui suivent :

1° La construction du bâti de la machine;

2° La scie proprement dite et son mouvement;

3° Les cylindres et leurs mouvements.

La fig. 1 représente la machine en élévation vue du côté du mécanisme qui commande l'avancement du bois.

La fig. 2 est une section transversale faite perpendiculairement à la fig. 1, suivant la ligne 1-2.

La fig. 3 une section longitudinale faite par la ligne 3-4 de la fig. 2.

La fig. 4 est un plan vu en dessus.

La fig. 5 montre en détail le châssis en fonte dans lequel se meut la scie proprement dite. Ces figures sont dessinées au 1/5 de l'exécution.

La fig. 6 représente à une échelle plus grande, de face et de côté, la tête de la monture de scie.

La fig. 7 est une section transversale de cette même pièce munie de ses coulisseaux engagés dans les guides du bâti.

La fig. 8 est une vue de face et une coupe longitudinale du support des cylindres de pression.

La fig. 9 est une portion de section de la table, montrant le mécanisme qui opère la pression sur le bois, et celui de l'encliquetage.

La fig. 10 est une vue de face du support des cylindres cannelés et de leur commande.

Construction du bati. — Le bâti de la machine se compose d'une table en fonte A, supportée à une certaine distance du sol par les montants *a*, formés de pilastres carrés de section angulaire; leur écartement est maintenu par des entre-toises *a'* disposées en arcs-boutants. Sur cette table est fixé, au moyen de boulons, le grand châssis B, représenté en détail fig. 5, destiné à guider la scie dans son mouvement alternatif. Deux tablettes ou bancs A' et A^2 se relient à la table A dont elles font le prolongement, et sont supportées de distance en distance par des montants verticaux a^2, fixés solidement au sol. Des cylindres horizontaux en fonte tournée *b* sont placés sous les tables A' et A^2, qu'ils désaffleurent d'une faible quantité, et tournent librement dans de petits paliers disposés à cet effet. L'ensemble de ces cylindres forme une espèce de chariot sur lequel peut aisément glisser le bois soumis à l'action de la scie.

Tout l'ensemble du bâti repose sur deux fortes poutrelles en fonte S, dont la section présente la forme d'un T; la branche verticale de chacune de ces poutrelles est moins haute aux extrémités, lesquelles sont scellées dans la maçonnerie de la fosse qui existe sous la machine, pour recevoir la transmission de mouvement. Les montants *a* sont fixés solidement sur ces poutrelles, de telle sorte que l'ensemble du système est parfaitement solidaire et présente toute la solidité désirable.

De la scie proprement dite et de son mouvement. — La monture de la scie proprement dite est exactement semblable à celle d'une scie à main ordinaire. Elle se compose d'un montant en bois C, relié aux deux bouts par des traverses C', également en bois, et auxquelles sont fixés les chaperons en fer *c* qui reçoivent les chapes de la scie. Un long boulon en fer *d* réunit les deux autres extrémités des traverses et permet de régler à volonté la tension de la lame, au moyen de l'écrou qui le termine. La monture de la scie est fortement reliée à un châssis en bois D dont les côtés extérieurs sont munis de couteaux en acier *e* (fig. 6 et 7), lesquels, dans le mouvement alternatif imprimé à tout le système, glissent dans des coulisses en bronze encastrées dans des règles en fonte *e'*, rapportées contre le châssis B.

Comme il est important que les coulisseaux ne prennent pas de jeu dans les coulisses pendant le travail de la scie, le constructeur a jugé nécessaire d'appliquer une disposition qui permet de les régler convenablement; pour cela, les boulons *f*, qui retiennent les coulisses *c'* contre le châssis B, sont ajustés dans des trous oblongs, et des vis de pression *g*, convenablement espacées, taraudées sur le bâti B, repoussent les coulisses de la quantité jugée nécessaire pour rattraper l'usure produite.

Le châssis B, fixé d'une part sur la table A, est également relié à l'un

des montants *a*; mais comme la grande vitesse imprimée à la scie pourrait produire des vibrations nuisibles, le châssis est encore consolidé au moyen d'un tirant fixe B', qui relie sa partie supérieure avec la table A.

Pour guider la lame et l'empêcher de fouetter dans le mouvement rapide de va-et-vient qui lui est communiqué, deux pièces g^2 (fig. 1, 2 et 3) sont boulonnées entre la face externe du châssis B. Ces pièces sont garnies de mâchoires en acier entre lesquelles glisse la lame, laquelle se trouve ainsi parfaitement maintenue au-dessus et au-dessous de la pièce de bois soumise à son action, de façon à assurer son mouvement vertical alternatif de va-et-vient.

Le mouvement alternatif communiqué à la scie est obtenu par la bielle en bois E, de 2m600 de longueur, qui s'attache d'une part à la partie inférieure du châssis D, et, d'autre part, au bouton de manivelle *h*, fixé sur l'un des bras du volant F monté à l'extrémité de l'arbre de couche G.

Cet arbre, placé en contre-bas dans une fosse spéciale destinée à cet usage, est porté par deux paliers H, fondus avec une même plaque qui les rend solidaires entre eux, et qui est parfaitement fixée sur une pierre de taille scellée au fond de la fosse. L'autre extrémité de cet arbre G est munie d'une large poulie à gorge I, qui reçoit son mouvement du moteur, par l'intermédiaire d'une courroie. Cette poulie est formée de douves en bois montées sur une couronne en fonte fixée par son moyeu sur le bout de l'arbre. Les deux coussinets de chacun des paliers H sont également en bois, et celui supérieur est serré par une double clavette *h'*.

Des cylindres et de leur mouvement. — Les cylindres qui guident l'avancement du bois sont de deux sortes; les premiers L, appelés *cylindres de pression*, sont tout à fait unis; les deux autres L', qui servent à faire avancer le bois dans le sens de la longueur, pour le présenter à l'action de la lame de scie, sont cannelés sur toute leur circonférence.

Les cylindres de pression L sont adaptés à une sorte de poupée en fonte K (fig. 8), boulonnée à un petit chariot K', dont la base est dressée convenablement et les côtés taillés à queue d'hironde pour glisser entre deux coulisseaux *i* fixés sur la table A. (Voir fig. 9.)

Un système de levier force la poupée K, et par suite les cylindres L, à s'appuyer d'une manière continue sur le bois à scier. A cet effet, le chariot K' est muni d'un boulon *m*, auquel est attachée l'extrémité d'une tige méplate en fer *l'*, dont l'extrémité opposée est reliée à un levier *l* fixé sur un petit arbre *k*. Celui-ci reçoit en dehors du bâti (fig. 1 et 9) un long levier à manette *j* au bout duquel est attaché un *contre-poids* M (figuré en lignes ponctuées fig. 2), qui sollicite ce levier de haut en bas. Ce contre-poids peut alors actionner le levier *l'* et par suite la poupée K' au moyen du boulon *m*. De cette façon les cylindres L font toujours pression sur la pièce de bois, s'appuyant alors fortement sur les cylindres cannelés L' qui la conduisent.

Ces derniers tournent dans des paliers ménagés à la poupée K^2, qui

peut, comme celle K′, se déplacer horizontalement sur la table A, en glissant entre des coulisseaux i' disposés à cet effet (fig. 10). Le déplacement de la poupée K^2 s'opère au moyen d'une tige filetée R, munie à son extrémité, en dehors du bâti A, d'une manivelle à index R^2 (fig. 2); cette tige R traverse un écrou en bronze R′, encastré dans une boite fondue avec le support K^2. Cette disposition permet de régler à volonté la position des cylindres cannelés de façon à placer le madrier à débiter à la distance convenable de la scie pour obtenir des planches de l'épaisseur que l'on désire. A cet effet, un cadran r^2 (fig. 2 et 4), portant des divisions gravées, est fixé contre le bâti; il est traversé par l'axe de la la vis R muni de la manivelle R^2, dont l'index fait reconnaître sur le cadran l'écartement qui existe entre la lame et les cylindres cannelés.

Le mouvement intermittent communiqué aux cylindres cannelés, pour l'avancement du bois, est obtenu au moyen de la bielle en bois E′ munie à son extrémité inférieure d'une chape en fer, qui est forgée avec deux branches boulonnées à un collier entourant la gorge d'une poulie d'excentrique I′, calée sur l'arbre de couche G. L'extrémité supérieure de cette bielle est reliée à un levier à coulisse n monté sur un axe n', à l'extrémité duquel est fixé un second levier n^2, qui actionne le cliquet o, lequel commande la roue à rochet O.

Cette roue est montée sur un axe p tournant dans un support P fixé au bâti de la machine, et qui est muni d'une roue dentée O′ (fig. 2), laquelle commande, au moyen d'un pignon intermédiaire O^2, la roue Q; le moyeu de cette dernière lui sert d'axe et tourne prisonnier à la partie supérieure du support P. La roue intermédiaire O′ est fixée au bâti P de manière à pouvoir se retirer facilement, et être remplacée par un pignon d'un diamètre plus ou moins grand, suivant la vitesse d'avancement qu'il importe de donner au bois à œuvrer.

Un axe p', muni d'une longue clavette, traverse le moyeu de la roue Q, dans laquelle il peut glisser librement sans cesser pour cela d'être entraîné par le mouvement de celle-ci au moyen de ladite clavette.

Cet axe est, en outre, soutenu par une poulie adaptée au support mobile K^2, et porte à son extrémité un pignon d'angle r engrenant avec la roue r', sur l'axe de laquelle est fixée la roue droite s, qui communique le mouvement à deux pignons droits s', montés à l'extrémité des cylindres cannelés L′.

Lorsque le madrier est près d'être entièrement scié, il peut arriver que le mouvement de la lame soulève le bois en travail et produise ainsi des chocs pernicieux pour la sécurité de la lame de scie. Pour remédier à cet inconvénient, le constructeur a disposé sur la table de la machine un support fixe T, après lequel est fixé un levier t, qui passe par-dessus le madrier, et présente son extrémité garnie d'une manette, à la portée de l'ouvrier, qui n'a plus qu'à exercer une pression pour empêcher le bois d'être soulevé.

TRAVAIL ET PRIX DE LA MACHINE.

Dans le vol. III de ce Recueil nous avons donné, en publiant la scie mécanique à cylindres de M. Peyod, des renseignements assez complets sur les conditions de travail et le rendement des scieries à une seule lame.

Nous nous sommes également appliqué à faire bien comprendre la forme à donner aux dents de la scie proprement dite, et de la *voie* qu'il était bon de conserver pour éviter l'engorgement en facilitant le départ de la sciure. Nous avons expliqué également l'utilité qu'il y avait à donner à la lame de la scie une inclinaison assez sensible par rapport à la verticale, pour qu'elle puisse remonter sans que ses dents touchent le bois malgré son avancement. Il faut donc pour atteindre ce résultat que l'inclinaison de la lame soit d'autant plus grande que l'avancement du bois est plus considérable.

Dans la machine de M. Cochot cette inclinaison doit être assez sensible quand elle est utilisée à débiter des planches de sapin, puisque dans ce cas l'avancement peut être porté, comme nous l'avons dit, de 18 à 20 millimètres par chaque coup de scie.

Pour avancer aussi rapidement, il est bon que la machine marche à une assez grande vitesse, 200 à 250 révolutions par minute, et il faut, pour éviter l'échauffement de la lame, donner à celle-ci une assez longue course ; alors un plus grand nombre de dents travaillent, mais naturellement pendant un temps moins long que si la course était moindre.

En admettant une vitesse moyenne de 200 coups par minute et la course de $0^{m}800$, comme elle existe dans la machine que nous décrivons, l'espace parcouru par les dents de la scie en une minute est de :

$$200 \times 2 \times 0,80 = 320 \text{ mètres},$$

Avec une telle course on peut scier aisément des planches de 30, 40 et 50 centimètres de hauteur ; en admettant le cas le plus ordinaire de planches de $0^{m}400$ on obtient, avec une avance de $0^{m}018$, dans du sapin :

$$200 \times 0,018 \times 40 = 1^{m.q.}440$$

pour la surface sciée sur un côté seulement,

$$\text{soit par heure } 1^{m.q.}440 \times 60 = 86^{m.q.}400 \,;$$

quantité près de sept fois plus considérable que celle admise il y a 20 ans, lorsque nous avons publié, dans le IIIe volume, la machine de M. Peyod.

Dans les conditions de marche que nous venons d'admettre pour obtenir cette grande production de sciage, une force de 3 chevaux-vapeur est nécessaire pour actionner la machine. Une scierie mécanique à cylindres et à une seule lame avec sa transmission de mouvement, telle que celle représentée sur la planche 15, coûte à Paris, prise dans les ateliers du constructeur, M. A. Cochot, 3,500 francs.

MATÉRIEL FIXE DES CHEMINS DE FER

RÉSERVOIRS ET APPAREILS DE DISTRIBUTION D'EAU

POUR L'ALIMENTATION DES LOCOMOTIVES

DANS LES PAYS TEMPÉRÉS ET DANS LES PAYS FROIDS

PAR MM. NEUSTADT ET BONNEFOND

INGÉNIEURS A PARIS

(PLANCHES 16, 17 ET 18)

Il n'a pas encore été question dans ce Recueil des réservoirs et des appareils de distribution d'eau que l'on applique sur toutes les lignes de chemins de fer pour l'alimentation des locomotives, et qui occupent cependant une place importante dans le *matériel fixe des chemins de fer*.

En publiant aujourd'hui les principaux appareils de ce genre employés sur quelques-unes de nos grandes voies ferrées, appareils parfaitement étudiés par MM. Neustadt et Bonnefond, nous croyons avoir l'assurance de présenter à nos lecteurs tout ce qui a été fait récemment de meilleur et de plus complet à cet égard.

En effet, MM. Neustadt et Bonnefond, ingénieurs de mérite, attachés depuis de longues années au service du matériel fixe de deux des plus grandes Compagnies de chemins de fer qui existent en France, ont eu à s'occuper tout spécialement de l'étude des questions qui se rattachent à l'alimentation des locomotives; les appareils qu'ils ont exécutés ont reçu, dans le cours de ces dernières années, la sanction de l'expérience sur plusieurs lignes importantes en France et à l'étranger; et, tout récemment, admis à l'Exposition universelle de 1862, ils ont eu la récompense qu'ils méritaient.

Comme ces appareils doivent différer notablement dans leurs dispositions, suivant les contrées pour lesquelles ils sont destinés, nous avons pensé qu'il serait intéressant de faire connaître les divers types, afin de mettre nos lecteurs à même d'apprécier les modifications qui sont apportées à chacun d'eux suivant les applications ou les conditions à remplir.

. Avant d'en donner la description détaillée, il nous paraît utile d'entrer dans quelques considérations pratiques, que nous devons à l'obligeance tout amicale de M. Neustadt.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ALIMENTATION DES LOCOMOTIVES.

De distance en distance il est nécessaire d'avoir sur les chemins de fer des points où les locomotives puissent renouveler leur provision d'eau.

Diverses considérations guident dans le choix de la position de ces points de prise d'eau, et dans la détermination des distances auxquelles il convient de les placer les unes par rapport aux autres.

En général, et autant que possible, les prises d'eau sont installées aux gares et stations des villes importantes, presque toujours situées sur un cours d'eau, afin de pouvoir profiter du temps d'arrêt indispensable pour le service des voyageurs et des marchandises.

A part cette règle générale, il a été reconnu que, dans les conditions techniques actuelles où s'effectuent les transports de marchandises sur la plupart des chemins de fer, c'est-à-dire qu'avec les dimensions les plus usitées des locomotives à marchandises et de leurs tenders, il convient d'installer une prise d'eau tous les 25 kilomètres.

Quant aux trains de voyageurs, ils peuvent aisément parcourir 50 kilomètres sans qu'il soit nécessaire de renouveler l'eau; en Angleterre, les ingénieurs se sont appliqués depuis plusieurs années à diminuer autant que possible les arrêts pour les *trains express* à grande distance; c'est ainsi que les trains de voyageurs express y font jusqu'à 100 kilomètres et même plus sans renouveler leur provision d'eau [1].

Enfin, pour chaque cas particulier, le profil en long du chemin de fer, c'est-à-dire la disposition de ses rampes et de ses pentes, doit nécessairement être pris en considération dans la détermination des points où doivent être placées les alimentations.

Une dernière condition, dont il faut tenir compte autant que possible quand on détermine la situation des points d'alimentation, est celle de la qualité de l'eau que l'on y trouve, car la pureté de l'eau est chose très-importante pour la conservation et l'entretien des foyers et des chaudières des locomotives.

1. Nous avons remarqué à l'exposition de Londres une locomotive, *la Dame du lac*, sortant des ateliers du *London and North Western railway*, à Grewe, qui est munie d'un tender qui s'approvisionne d'eau pendant la marche. Le résultat est obtenu à l'aide d'un tube recourbé en avant et susceptible de plonger, à un moment donné, dans un réservoir de 400 mètres de longueur ménagé entre les rails, en contre-bas de la voie. On se demande, en examinant cette disposition, s'il y a un intérêt bien grand à éviter les arrêts que nécessite l'approvisionnement d'eau? Pendant ces arrêts, les essieux et les coussinets se reposent et se refroidissent; on les visite et on les graisse, travail indispensable et qui nécessite toujours que l'on s'arrête de distance en distance.

L'eau de rivière puisée au milieu du courant est en général préférable à celle des ruisseaux et surtout à celle des puits; quelquefois la seule eau dont on puisse disposer est tellement chargée de matières incrustantes, qu'elle ne peut être employée sans avoir été préalablement épurée : nous aurons occasion de donner plus tard les dessins et les descriptions des appareils épurateurs les plus usités en pareil cas.

L'installation d'une prise d'eau consiste, en général, en une machine à vapeur horizontale fixe ou locomobile actionnant, lorsque l'aspiration ne dépasse pas 5 mètres de hauteur, une pompe horizontale, aspirante et foulante, à double effet; ou actionnant deux pompes verticales aspirantes et élévatoires lorsque l'aspiration dépasse 5 mètres de hauteur.

Pour les points de petite et de moyenne consommation d'eau, une machine de 3 à 4 chevaux, à 5 atmosphères de pression, et marchant à 60 révolutions par minute avec un générateur *plus puissant que celui strictement nécessaire*, est ce qui convient le mieux.

Avec une machine à vapeur de cette force, commandant la ou les pompes au moyen d'une transmission dans le rapport de 1 à 5, on peut, en variant la vitesse de la machine de 60 à 100 tours, ce qui est possible avec un générateur convenable, élever en moyenne de 15 à 20 mètres cubes d'eau à l'heure dans les réservoirs, tout en ne donnant que 20 coups de piston au maximum par minute.

Pour les points de grande consommation, avec un système analogue, mais avec une machine de 6 à 8 chevaux, on obtiendra un rendement qui pourra varier de 40 à 60 mètres cubes à l'heure d'eau élevée dans les réservoirs, en restant dans de bonnes conditions de marche pour les pompes.

Le système de machine commandant la pompe par transmission et pourvue d'un générateur capable de faire face aux éventualités du service, nous paraît mieux approprié aux besoins de l'alimentation sur les chemins de fer que le système avec machine commandant directement la pompe : en effet, le premier système permet de satisfaire à toutes les exigences avec deux types seulement qui procurent une latitude de 15 à 60 mètres cubes à l'heure; or, dans les chemins de fer, il importe de limiter autant que possible le nombre de types de chaque espèce, afin de simplifier les questions d'entretien et de réparation.

Le refoulement s'effectue dans un ou plusieurs réservoirs de capacité variable suivant l'importance du point d'alimentation; généralement ces réservoirs n'ont guère moins de 50 mètres cubes ni plus de 300 mètres cubes.

La tendance actuelle de la plupart des Compagnies de chemins de fer est de ne pas établir de réservoirs de moins de 75 à 100 mètres cubes, même aux points d'alimentation les moins importants, et d'en placer deux à chaque point; ces dispositions permettent de ne mettre en feu les générateurs que tous les trois ou quatre jours; par suite, d'utiliser un

seul mécanicien pour plusieurs points; et de réparer ou de nettoyer au besoin l'un des réservoirs sans gêne pour le service.

Comme nous le disons plus haut, les réservoirs et les appareils de distribution d'eau ne peuvent présenter les mêmes dispositions ni être de système identique pour tous les cas et pour tous les pays. Dans les pays tempérés, il est inutile de compliquer les appareils de distribution des moyens et systèmes dont ils doivent, au contraire, être pourvus pour les empêcher de geler dans les pays très-froids et pour y donner de l'eau chaude aux locomotives.

D'un autre côté, suivant l'importance de la consommation à chaque point de prise d'eau, et suivant l'importance de la gare, l'installation des réservoirs varie, et, par suite, le genre des appareils de distribution est différent.

C'est ce que nous ferons reconnaître en décrivant chacun des principaux types appliqués dans les différents cas.

RÉSERVOIRS ET APPAREILS DE DISTRIBUTION POUR LES PAYS TEMPÉRÉS.

Nous avons dit précédemment que chaque point de prise d'eau est en général pourvu de deux réservoirs.

Pour les points de prise d'eau situés aux stations secondaires, quelques ingénieurs disposent un réservoir sur château d'eau à chaque extrémité des trottoirs de voyageurs.

La conduite de refoulement aboutit dans l'un des réservoirs, et tous deux sont réunis par une conduite de communication.

Souvent ces réservoirs sont placés suffisamment près des voies pour qu'on puisse y prendre de l'eau *directement*, au moyen d'un appareil connu sous le nom de *grue applique*, et qui est adapté contre la paroi extérieure du château d'eau, au droit de la voie.

Certains chemins de fer ont adopté les tenders à deux paniers ; d'autres, et c'est la plupart, ont des tenders à panier unique placé dans l'axe; dans le second cas, la grue applique doit être munie d'un tuyau ou *bras* d'une longueur suffisante pour atteindre l'axe du tender; mais comme ce bras doit pouvoir être rangé de côté, parallèlement à la voie, aussitôt après l'alimentation, de manière à ne pas barrer le chemin, il est pivotant à son point d'attache dans le col de la grue, et la grue applique, ainsi munie d'un bras mobile, est appelée *grue applique à col tournant;* dans le premier cas, au contraire, la longueur du bras de grue peut être diminuée de beaucoup; il ne porte plus, dans sa position de service, obstacle à la circulation de la voie; il peut donc être fixe, et l'appareil prend le nom de *grue applique à col fixe*.

Quelques ingénieurs et quelques architectes redoutent de placer le château d'eau au bout et en prolongement des trottoirs des voyageurs,

où ils ont le médiocre inconvénient de nuire à l'effet des bâtiments, et quelquefois celui plus grave de masquer la vue des trains. Les châteaux d'eau sont alors plantés en arrière des trottoirs, et l'alimentation ne peut plus avoir lieu (à moins de dispositions qui ont été généralement évitées) avec la grue applique, dont le bras devrait être allongé de tout le recul du château d'eau.

Il faut alors avoir recours à un appareil de distribution différent, qui porte le nom de grue *hydraulique à colonne* et que l'on installe près de la voie, à distance convenable pour donner de l'eau aux locomotives.

Pour donner une idée sommaire de la grue hydraulique à colonne, réduite à sa plus simple expression, disons que cet appareil consiste en un tube vertical terminé à sa partie supérieure par une bouche de prise d'eau et relié à sa partie inférieure au réservoir par une conduite de communication.

Dans la grue hydraulique à colonne, comme dans la grue hydraulique applique, suivant que les tenders sont à un ou deux paniers, un bras horizontal, tournant, est ou n'est pas nécessaire, et, suivant l'un ou l'autre cas, l'appareil est désigné sous le nom de grue *hydraulique à colonne et col tournant* ou grue *hydraulique à colonne et col fixe*.

Il pourrait encore arriver que le ou les réservoirs soient placés à grande distance des points où les trains stationnent et prennent de l'eau, et que, par suite, il ne fût pas possible d'obtenir une alimentation suffisamment rapide au moyen de la grue hydraulique à colonne, sans la relier au réservoir par des conduits d'un gros diamètre, ce qui entrainerait à une forte dépense.

Dans ce dernier cas, un troisième appareil de distribution, qui s'appelle *grue réservoir*, est susceptible d'être employé avec avantage et économie.

Ce dernier appareil consiste en une colonne creuse supportant un petit réservoir muni d'une grue applique, et communiquant par une conduite de faible diamètre avec le réservoir principal.

La contenance du petit réservoir est de 6 à 10 mètres cubes; la grue applique est susceptible de débiter en deux minutes environ cet approvisionnement, suffisant au besoin pour deux tenders, et il se reconstitue assez vite pour que le train suivant trouve à s'alimenter avec la même rapidité.

Aux points d'alimentation où la consommation de l'eau est importante, et ces points, ainsi que nous l'avons dit, sont généralement établis aux grandes gares, il est rare que la disposition des voies et des bâtiments permette d'installer les châteaux d'eau près des trottoirs de voyageurs; ils sont généralement placés près de la remise des locomotives, et l'eau est distribuée aux trains par des grues hydrauliques à colonne ou par des grues réservoirs.

Avant de passer à la description des divers appareils qui viennent

d'être mentionnés, indiquons pour chacun d'eux les conditions *essentielles* qu'ils doivent présenter pour faire un bon service.

1° *Le réservoir* doit être aisément accessible, visitable, nettoyable et réparable dans toutes ses parties.

Il n'y a, selon nous, que le système de réservoir cylindrique, à fond sphérique, monté sur couronne en fonte, et dont, si nous ne nous trompons, M. l'ingénieur Dupuit a été le promoteur lors de l'exécution de la grande cuve de Chaillot, qui remplisse ces conditions indispensables au bon état, à l'entretien économique et à la durée de l'appareil.

Le réservoir doit être couvert et être entouré d'une enveloppe, de manière à être abrité pendant l'hiver; le château d'eau doit être muni d'un appareil de chauffage qui préserve de la gelée les conduites verticales placées sous le réservoir.

2° *Les grues hydrauliques à colonne et applique, à col fixe ou tournant,* doivent être garanties de la gelée par un système de vidange assuré; la manœuvre pour prendre de l'eau doit pouvoir se faire du haut du tender et au moyen d'un seul homme, de telle sorte que le chauffeur étant occupé de l'alimentation, le mécanicien puisse vaquer à la visite et au graissage de la locomotive.

3° *La grue réservoir* doit être munie d'une grue applique remplissant les conditions indiquées ci-dessus pour ce dernier genre d'appareil, et d'un appareil de chauffage, suffisant soit pour empêcher la colonne de support du réservoir de geler, soit même, dans certaines régions froides, pour donner aux tenders, pendant l'hiver, de l'eau à 15 ou 20 degrés centigrades.

DESCRIPTION
DU RÉSERVOIR ET DE LA GRUE-APPLIQUE POUR L'ALIMENTATION DES LOCOMOTIVES DANS LES PAYS TEMPÉRÉS,

REPRÉSENTÉS PL. 16.

La fig. 1 représente, en section verticale faite par l'axe, un château d'eau avec réservoir à fond sphérique de 150 mètres cubes de capacité, et muni d'un appareil de chauffage destiné à empêcher les colonnes d'arrivée, de circulation et de distribution d'eau de geler.

La fig. 2 montre en section et en plan la plaque du fond du réservoir à laquelle sont boulonnées toutes les colonnes de circulation d'eau.

La fig. 3 est un détail de la colonne de trop-plein avec sa tubulure de vidange fermée par un clapet.

La fig. 4 indique en sections verticale et horizontale le mode de jonction des colonnes du réservoir.

La fig. 5 est un détail, à l'échelle de 1/5 de l'exécution, de l'assemblage du fond sphérique avec la paroi verticale du réservoir et avec la

couronne en fonte que forme la plaque d'assise sur le château d'eau.

Les fig. 6, 7 et 8 sont les détails de la charpente en fer du toit qui recouvre le réservoir.

Les fig. 9 et 10 font voir en sections verticales, perpendiculaires l'une à l'autre, l'appareil de chauffage placé à l'intérieur du château d'eau.

La fig. 11 représente en section verticale l'ensemble d'une grue hydraulique applique dessinée à l'échelle de 1/20 de l'exécution.

Dispositions générales du chateau d'eau. — Sur un massif circulaire en béton *a* est établi un mur en moellon *a'*, de 0m80 d'épaisseur sur 1m50 de hauteur, et arrasé au niveau de la voie. Sur ce mur de fondation est montée la tour A, percée d'une porte A', donnant accès à l'intérieur pour le service des valves et l'entretien de l'appareil de chauffage, et à l'opposé d'une fenêtre.

Cette tour reçoit le réservoir B; autour du chapiteau en pierre qui la couronne sont scellées douze consoles en fonte *b*, destinées à supporter au moyen de cornières en fer les douves de l'enveloppe en bois B'.

Une toiture en bois et zinc recouvre le réservoir; elle est supportée par une charpente en fer composée de douze arbalétriers *b'*, en fer à T, qui sont assemblés, comme l'indique le détail fig. 8, au moyen de cornières *c* sur les montants en fer *c'* de l'enveloppe en bois B'.

Ces arbalétriers sont réunis au centre du réservoir par une couronne en fonte C (fig. 1 et 6) qui forme le sommet, et au milieu de laquelle passe le conduit de fumée de l'appareil de chauffage; en outre, trois rangs étagés de pannes en fer cornières C' (fig. 1 et 7) servant de tirants, relient entre eux les arbalétriers.

Le carrelage du château d'eau est élevé au-dessus du niveau des rails de 30 centimètres; son milieu est percé pour recevoir une couronne en fonte *d*, de 1m15 de diamètre intérieur, destinée à livrer passage aux colonnes verticales qui descendent dans la cave D, où une pierre de fondation D' est disposée pour les supporter. La couronne *d* est fermée par une plaque fondue avec des ouvertures pour le passage des colonnes.

Le plancher est percé d'une seconde ouverture circulaire servant à pénétrer dans la cave pour les réparations, et pour la manœuvre d'un clapet L', qui établit la communication entre la colonne de refoulement et celle d'alimentation. Cette ouverture est pourvue d'une couronne en fonte, de 0m750 de diamètre intérieur, et qui est fermée par une plaque de fonte striée, et en deux pièces pour permettre de l'enlever aisément.

Construction du réservoir. — La partie cylindrique du réservoir B est composée de cinq couronnes en tôle, de 1m030, assemblées l'une sur l'autre, à recouvrement de 35 millimètres et rivées (voy. fig. 5). Chaque couronne est formée de douze feuilles de tôle de 1m610 de longueur; la première, celle du haut, a 2 millimètres d'épaisseur et est consolidée par une cornière en fer *e* (fig. 1); la seconde a 3 millimètres, et cette épaisseur est augmentée de 1 millimètre pour chaque couronne; la cinquième

a donc 6 millimètres et les rivets d'assemblage 12 millimètres de diamètre, tandis qu'ils n'ont que 10 millimètres pour les deux premières couronnes.

Le fond sphérique de ce réservoir est composé de 18 feuilles de tôle de forme trapézoïdale, de 6 millimètres d'épaisseur, disposées suivant deux cercles concentriques ; les feuilles du cercle extérieur ont 1m450 de longueur, 1m61 de grande base et 0m845 de petite base ; celles du cercle intérieur ont 1m450 de longueur, 1m690 de grande base sur 0m605 de petite base.

Ce fond sphérique est relié au corps cylindrique par une forte cornière circulaire E (fig. 5), de 10 millimètres d'épaisseur, et des rivets de 18 millimètres de diamètre. Une seconde cornière E', de 13 millimètres d'épaisseur, rivée avec la première à l'extérieur du réservoir, permet de fixer celui-ci au moyen des boulons *e'* sur un banc E^2 fondu avec des nervures. Ce banc est composé de douze segments boulonnés entre eux, de façon à former un siége circulaire reposant par une large embase sur la couronne en pierre de taille du château d'eau.

Dans les anciens réservoirs, les joints des colonnes d'eau sur les fonds des réservoirs sont difficiles à faire, parce que souvent les brides des tuyaux tombent justement à l'endroit des cloueurs des tôles du fond. Cette difficulté est encore accrue dans les réservoirs à fond sphérique où les rivets rayonnent, et où les brides se trouvent placées sur une surface gauche. Une seule place présente une surface facile aux joints dans ces réservoirs, c'est le cercle au milieu du fond ; mais lorsque les colonnes verticales sont ainsi placées, la légère flexion que prend le fond sous la charge de l'eau amène la rupture de ces colonnes, ou tout au moins des fuites dans les joints du fond de réservoir, parce qu'elles sont incompressibles et se trouvent ainsi porter toute la charge.

MM. Neustadt et Bonnefond ont supprimé ces inconvénients, d'une part en disposant les joints de manière à rendre les colonnes compressibles ; et, d'autre part, en plaçant simplement au fond du réservoir une plaque en fonte F (fig. 1 et 2) de 1m20 de diamètre, recevant les brides de toutes les colonnes d'eau qui doivent traverser le fond. Cette plaque est fixée au milieu du réservoir au moyen de boulons qui serrent les bords des tôles du fond sphérique sur une rondelle en caoutchouc, laquelle est enfermée dans une rainure circulaire, à section élargie dans le fond, ménagée près de la circonférence de la plaque.

Ce joint est parfaitement étanche, et, en desserrant les boulons, il est facile de démonter la plaque, soit pour un nettoyage complet, soit pour une réparation du réservoir.

Chauffage de l'eau et colonnes de circulation. — Lorsqu'on n'est pas dans l'intention d'alimenter les tenders à l'eau chaude, le chauffage du château d'eau n'a pour but que d'empêcher l'eau de geler dans les conduites verticales et dans le réservoir.

Jusqu'ici, à part les appareils réchauffeurs que nous décrirons plus loin, on a principalement employé des appareils dits *à cloche*, disposés pour chauffer directement l'eau des réservoirs au moyen d'une circulation d'eau continue entre le fourneau et le réservoir.

Outre différents inconvénients que présente la construction de ces réchauffeurs, comme la rupture de la fonte par les gelées ou par l'action du feu, cette disposition manque son but, en ce qu'elle ne chauffe que très-médiocrement l'eau du réservoir. De plus, l'eau chaude montant toujours à la surface supérieure dudit réservoir, et les colonnes étant éloignées du réchauffeur, puisque, comme nous l'avons dit, dans les anciens appareils on ne peut les placer au centre, l'eau se congèle dans l'intérieur de ces colonnes et provoque ainsi leur rupture.

Ces inconvénients sont évités par MM. Neustadt et Bonnefond, en ne faisant plus circuler l'eau dans l'appareil de chauffage, et en groupant toutes les colonnes autour de la cheminée F′ du fourneau, qui traverse le centre de la plaque de fond F.

L'appareil de chauffage est un poêle particulier représenté en section fig. 9 et 10. Il se compose d'une cloche en fonte G, en deux parties réunies par des boulons; cette cloche renferme la grille du foyer *g*, et est munie de deux ouvertures *h* et *h′*; celle inférieure, qui donne accès dans le cendrier, reste constamment ouverte pour laisser l'air pénétrer sous la grille; l'ouverture supérieure *h′* sert au chargement, et est fermée par une porte *g′* garnie d'une double plaque destinée à la garantir de la chaleur directe du foyer. La fumée passe par le tuyau G′ et se rend à la conduite F′, qui traverse le réservoir.

Le massif en brique H est disposé pour laisser autour de la cloche un espace vide dans lequel de l'air froid, qui arrive par des ouvertures latérales inférieures *i*, peut circuler et s'y échauffer au contact des parois du foyer; cet air s'échappe dans l'intérieur du château d'eau par des ouvertures *i′*, placées de chaque côté et en avant, en haut du massif. Cette circulation d'air échauffe rapidement la chambre, et a encore l'avantage d'empêcher le contact du foyer en fonte avec la brique, ce qui ferait brûler la cloche.

Le massif H, qui emmagasine une grande quantité de la chaleur du foyer, est consolidé en tous sens par des tirants en fer *j* boulonnés aux armatures en fonte *j′*.

Autour du conduit de fumée F′ sont groupées les colonnes de refoulement, de distribution et de trop-plein. Ces colonnes sont toutes fixées, comme nous l'avons dit, sur la plaque en fonte F, au moyen de boulons (voir les détails fig. 2 et 3) et d'anneaux en caoutchouc serrés par ces boulons dans des rainures circulaires ménagées de fonte, à cet effet, dans l'épaisseur de la plaque F.

Les joints des tuyaux dont les colonnes sont composées sont obtenus (fig. 4) par deux boulons qui compriment fortement une rondelle en

caoutchouc engagée dans les gorges des brides correspondantes des deux tuyaux à réunir. Ce mode d'assemblage présente le double avantage d'un démontage facile et celui de pouvoir employer des tuyaux bruts de fonte, tandis qu'avec les joints à brides ordinaires il est indispensable de dresser les brides, ce qui est très-dispendieux, et d'employer du minium pour le joint, ce qui rend le démontage difficile.

L'eau est amenée dans le réservoir par une conduite souterraine en fonte I, reliée par un coude qui repose sur la pierre de fondation D′, avec la colonne verticale I′ formée de plusieurs tuyaux; le dernier, boulonné à la plaque du fond, communique avec le tube I², qui s'élève au-dessus du niveau supérieur du réservoir.

A côté de cette colonne de refoulement est montée, exactement de la même manière, la colonne de trop-plein J, munie d'une tubulure de vidange. A cet effet, le tuyau de cette colonne, qui s'assemble avec la plaque du fond, est fondu avec une double branche J′ (fig. 1 et 3), réunie également à cette plaque pour communiquer avec l'intérieur du réservoir.

Cette communication est fermée par un clapet k, en fonte, avec garniture en caoutchouc, qui assure l'herméticité de la fermeture. Ce clapet, lorsqu'il est nécessaire de vider le réservoir, est manœuvré de l'intérieur du château d'eau au moyen du petit volant à manette k', fixé à un écrou en bronze prisonnier, de façon à ne pouvoir se déplacer verticalement, et que ce soit, au contraire, la tige filetée k^2 qui soit obligée d'effectuer ce mouvement pour soulever le clapet de dessus son siége, ou le forcer à s'y appliquer, suivant le sens du mouvement de rotation communiqué au volant.

A une quatrième tubulure, ménagée à la plaque du fond F, est boulonnée la colonne de distribution K (fig. 1 et 2), qui conduit à la grue d'alimentation. Un panier en cuivre K′ recouvre l'orifice d'échappement à l'intérieur du réservoir, afin d'éviter l'entraînement dans la conduite des matières en suspension.

Une cinquième ouverture L (fig. 2) est encore ménagée à la plaque de fond dans l'attente d'une colonne destinée à satisfaire un service additionnel, ouverture bouchée par une bride pleine lorsque ce service n'existe pas.

Trois robinets-clapets L′, l et l', à fermeture hermétique en caoutchouc, système Neustadt et Bonnefond (1), sont appliqués sur ces colonnes pour les besoins du service. Celui L′ permet d'établir une communication directe entre la conduite de refoulement et celle de distribution, afin de pouvoir au besoin éviter le passage du liquide dans le réservoir. Dans ce cas, naturellement, les robinets l et l' sont fermés.

On doit avoir remarqué que, par les dispositions d'ensemble et de détails de ce réservoir, les inconvénients que nous avons signalés plus

(1) Nous avons donné le dessin de ce robinet dans le XIII[e] vol., pl. 33. Depuis, les auteurs ont ajouté une disposition de guide avec index qui permet de reconnaître la position du clapet pour l'ouverture et la fermeture.

haut sont complétement évités; en effet, d'une part, toutes les colonnes d'eau ont un joint facile et assuré sur la plaque qui se place au centre du réservoir, sans craindre que la flexion de ce fond fasse briser les colonnes, puisqu'elles sont rendues assez compressibles par leurs joints à rondelle en caoutchouc; d'autre part, l'appareil de chauffage, par son rayonnement et par sa circulation d'air, chauffe suffisamment les colonnes d'eau placées auprès, et qui entourent sa cheminée sur toute leur longueur. Quant au réservoir, la surface de son fond reçoit l'action de l'air chauffé dans l'intérieur du château d'eau; il est traversé par la cheminée du poêle, et, de plus, fermé et entouré d'une enveloppe en bois qui le garantit de l'action de l'air extérieur. Ces conditions, jointes à la grande masse d'eau qu'il présente au refroissement, empêche cette eau de se congeler.

GRUES-APPLIQUES A COL TOURNANT,

REPRÉSENTÉES PAR LA FIG. 11, PL. 16, ET FIG. 1 ET 2, PL. 17.

Ainsi que nous l'avons dit dans notre exposé, l'appareil qui distribue l'eau au tender de la locomotive est, ou une *grue hydraulique à colonne* ou une *grue applique*. Dans le premier cas, c'est la conduite de distribution K (fig. 1, pl. 16) qui amène l'eau à l'intérieur de la colonne; dans le second, on établit une prise d'eau directement sur le réservoir, soit sur la paroi cylindrique qui se trouve en regard de la voie, comme l'indique la disposition représentée fig. 11, pl. 16, soit dans le fond du réservoir, comme le représente la fig. 1 de la pl. 17.

Ces deux dispositions sont d'une égale simplicité et la manœuvre en est semblable, mais la première offre l'avantage sur la seconde de s'appliquer plus aisément sur le réservoir, et de ne point exiger pour la contenir de petite tour en saillie sur le château d'eau.

Dans les deux cas, le but cherché par MM. Neustadt et Bonnefond a été atteint, celui d'effectuer la manœuvre du clapet de l'extrémité de la grue, et de garantir ce clapet de la gelée en le plaçant à l'abri sans qu'il soit nécessaire de l'entourer de paille.

GRUE APPLIQUE REPRÉSENTÉE FIG. 11, PL. 16. — Cette grue est disposée de la manière suivante : sur la paroi cylindrique du réservoir B, près de la cornière E qui relie le fond, est percée une ouverture de 0m165, qui reçoit d'un côté, à l'intérieur du réservoir, le siége en fonte d'un clapet *m*, monté à charnière pour être manœuvré en dehors du réservoir d'eau par une chaînette flottante, au moyen de la tige M et du balancier M'. L'oscillation de ce levier a lieu sur une chape *m'*, fixée sur la cornière *e*, qui consolide la partie supérieure du réservoir. Ce clapet est habituellement ouvert, et ne doit être fermé qu'en cas de réparation à la grue.

Du côté extérieur de l'ouverture pratiquée à la paroi du réservoir, est

fixée la tubulure horizontale de la boîte N, fondue aussi avec une tubulure verticale et une nervure *n*, qui permet de la fixer sur le château d'eau. Cette boîte est destinée à renfermer le clapet de manœuvre *n'*, qui repose sur un siége circulaire formé par le rebord saillant intérieurement de la tubulure verticale. Ce clapet est en fonte avec garniture en caoutchouc, et sa tige N', carrée à la partie supérieure, est engagée dans un guide *o*, rapporté et maintenu en place par le couvercle *o'* de la boîte auquel il est boulonné. Une enveloppe en bois O, fermée par un couvercle muni d'un anneau O', qui permet de l'ouvrir aisément, garantit de la gelée la boîte à clapet, laquelle se trouve en outre déjà abritée par les douves en bois de l'enveloppe B' du réservoir.

A la tubulure verticale de cette boîte est fixé le premier tuyau de descente d'eau P, soutenu par le support en fonte P' fixé à la maçonnerie du château d'eau. Le second tuyau coudé Q est réuni au premier au moyen d'un presse-étoupe *p*, formant joint compensateur, et permettant en même temps au bras distributeur R de tourner sur la crapaudine Q'. A cet effet, le tuyau Q est fondu avec un appendice terminé par un pivot qui repose sur le grain d'acier de cette crapaudine fixée au château d'eau.

Le bras R est en cuivre rouge et terminé à son extrémité par un coude en bronze R', sur lequel on adapte le conduit en grosse toile ou en cuir, qui amène l'eau dans le panier du tender. Ce bras est soutenu, vers le milieu de sa longueur, par un collier qui fait partie de la tringle méplate en fer S, reliée au pivot fondu avec le tuyau Q.

Par ces dispositions le bras de la grue, maintenu d'une manière rigide, peut cependant tourner aisément dans la crapaudine et sur le tuyau supérieur P', entouré par le presse-étoupe *p*.

Ce bras n'a besoin de tourner que d'un quart de tour, de façon à le ramener de la position de l'alimention, qui est perpendiculaire à la voie, à celle qui lui est parallèle, quand la grue n'est pas en service.

Pour signaler la nuit à l'employé la position du bras, dans le cas où on aurait oublié de le garer, la lanterne S', montée sur le support P', est pourvue de verres de deux différentes couleurs sur ses faces perpendiculaires, et elle est disposée pour tourner simultanément avec le bras. Dans ce but, son axe est muni de la petite poulie à gorge *s*, réunie par une chaînette à une poulie semblable *s'* qui fait partie du tuyau de descente Q, mobile avec le bras.

La manœuvre du clapet de distribution *n'* est effectuée du tender par le chauffeur, qui agit à cet effet sur le petit volant à manette *v*, au moyen duquel il fait tourner un écrou en bronze prisonnier dans un support et fondu avec le raccord R' du bras. Une tige filetée *r* traverse cet écrou; elle est prolongée jusqu'au tuyau coudé Q, muni d'un support-guide *q* pour la recevoir et l'empêcher de tourner, en lui laissant la faculté de se mouvoir dans le sens de la longueur du bras. Cette tige est reliée à un petit levier *r'*, calé sur un axe *t*, muni d'un autre levier semblable *t'*,

dont l'extrémité, en forme de fourche, embrasse le bout de la tige verticale N', au sommet de laquelle est fixé le clapet n'.

Le soulèvement ou l'abaissement de ce clapet, qui donne passage à l'eau contenue dans le réservoir, est donc obtenu facultativement à la volonté du chauffeur, agissant, comme nous l'avons dit, sur la poignée du petit volant v qui se trouve à sa portée.

Grue applique représentée fig. 1 et 2, pl. 17. — Les organes de cette grue applique ne diffèrent de celle précédemment décrite que par les dispositions de détails; on y retrouve la bonde du fond m du réservoir B; celle-ci est un clapet circulaire mobile verticalement au moyen de la tringle M, et qui repose sur un siége boulonné sur le fond avec la bride du premier tuyau de descente P.

Une tubulure p, avec presse-étoupe compensateur, relie ce premier tuyau avec le second Q, fondu avec un patin q, destiné à fixer l'appareil à la maçonnerie A du château d'eau, et avec une tubulure q', permettant d'établir au besoin une borne-fontaine au-dessous de la grue hydraulique.

Le corps de grue N est relié au tuyau Q par le tuyau compensateur n avec presse-étoupe p', formant en même temps centre de pivotement pour faire tourner la grue, qui repose sur la crapaudine Q' fixée sur le corbeau en pierre de taille a.

Le corps de la grue est muni d'une tubulure horizontale à laquelle est fixé extérieurement le bras R, et qui présente intérieurement une saillie formant le siége du clapet de distribution n'. Un regard s', fermé par une plaque en fonte, est ménagé vis-à-vis du clapet pour permettre de visiter l'intérieur de la boite N.

Le bras de la grue est traversé au centre par la tige N', prolongée jusqu'au coude R', qui est muni d'un écrou r destiné à recevoir la manette v servant à la manœuvre du clapet n', pour l'admission ou l'arrêt de l'eau.

Pour soutenir le bras, une tige de suspension S, maintenue par une pièce en fer à tenons fixés sur le corbeau a', est disposée pour entrainer l'axe de rotation s, de la lanterne S'. Celle-ci peut alors tourner avec le bras, et indiquer sa position par la différence de couleur que présentent les verres de face et de côté.

Les corbeaux en pierre a et a', supportés en saillie sur le château d'eau, forment une niche qui contient, comme on le remarque, le corps de la grue, afin de le mettre à l'abri de la gelée.

Toutefois, comme le froid pourrait s'introduire par la rainure longitudinale pratiquée dans la niche pour permettre le mouvement de rotation du bras de grue, ce bras est muni d'une couronne O, reliée par deux pattes o à la boite N, et s'appliquant constamment sur la rainure, de manière à la fermer; cette couronne est garnie d'une petite porte à coulisse o', qui peut s'enlever facilement lorsqu'on visite l'intérieur du corps de grue.

GRUES A COLONNE A COL TOURNANT OU A COL FIXE,

REPRÉSENTÉES PAR LES FIG. 3 ET 4 DE LA PL. 17.

La fig. 3 indique en section verticale, faite par l'axe de la colonne, la disposition spéciale d'une grue à *col tournant*.

La fig. 4 est une vue extérieure de la tête d'une grue à *col fixe*, montrant le mécanisme de renvoi de mouvement pour la manœuvre du clapet ; la construction du pied de la colonne est exactement semblable à celle de la grue à col tournant représentée fig. 3.

Dans ces deux appareils, la colonne creuse en fonte A de la grue est fondue avec un large patin relié par quatre nervures, et fixé par un même nombre de boulons *a* sur un socle en fonte B. Un massif en maçonnerie disposé en contre-bas de la voie reçoit ce socle, qui recouvre la fosse contenant la boîte à clapet, reliée au tube souterrain d'arrivée d'eau. Le socle en fonte est muni d'un trou d'homme, fermé par une plaque en fonte *b*, permettant de descendre dans la fosse pour visiter la partie inférieure de l'appareil.

Cette partie se compose de la boîte D fondue avec le tuyau recourbé D', réuni par des boulons à la colonne, et avec deux tubulures à brides *d* et *d'*, permettant de relier la grue avec la conduite d'arrivée E, sans raccords spéciaux, que cette conduite se présente parallèlement à la voie ou transversalement.

La boîte D est fermée par un couvercle qui sert de regard pour la visite du clapet E' qu'elle contient. Ce couvercle est muni d'un presse-étoupe pour le passage de la tige *f'*, réunie à la tige principale de commande F par un manchon *f'*, qui permet de la rendre indépendante de cette dernière en cas de réparation. Ce manchon est fondu avec un petit bras auquel est reliée la tringle de manœuvre *g* du robinet de vidange *g'*.

Par cette disposition, lorsque le clapet principal de distribution E est soulevé par la tringle F, la clef du robinet de vidange se ferme et l'eau de la conduite E peut s'élever au sommet de la colonne ; le contraire a lieu naturellement quand le clapet est descendu sur son siége ; l'eau n'arrive plus dans la colonne, et ce qu'elle contient peut s'échapper par le robinet de vidange.

Pour éviter les pertes d'eau par ce robinet, il est nécessaire, lorsqu'on veut prendre de l'eau, qu'il soit complétement fermé avant l'ouverture du clapet, et, lorsqu'on cesse d'en prendre, qu'il ne commence à s'ouvrir qu'après la fermeture dudit clapet ; dans ce but, la tige *f*, qui relie ce clapet à la tringle F, est assemblée au moyen d'un boulon et d'une coulisse, laquelle permet un certain glissement du boulon, et, par suite, un temps perdu, pendant lequel le robinet se ferme.

Dans la grue *à col fixe* (fig. 4), la tige principale F s'élève extérieure-

ment le long de la colonne pour venir s'assembler avec un petit levier G à deux branches en retour d'équerre; la branche verticale fixée sur l'axe *i*, en dehors du bras M, est terminée par une coulisse dans laquelle est engagé un boulon qui la relie à la tige G′, de façon à laisser le jeu nécessaire à l'amplitude du mouvement. Cette tige est filetée à son autre extrémité, et traverse un écrou prisonnier dans un appendice ménagé au bras M, et qui fait partie de la manivelle de commande *m*.

En faisant tourner cette manivelle, on déplace dans le sens de son axe la tige G′, et, par suite, faisant osciller l'équerre G, on élève ou on abaisse facultativement, suivant le sens dans lequel on tourne, la tige principale F et avec elle le clapet de distribution E′.

Cette tige est d'ailleurs bien guidée verticalement par un collet en bronze, de section carrée pour éviter tout mouvement de rotation. Ce collet est monté dans le support *h* boulonné à la colonne, ainsi qu'on peut le remarqner sur la fig. 3; de plus, pour indiquer la position du clapet, deux aiguilles *h′* sont disposées, l'une sur la colonne et l'autre sur la tige; cette dernière aiguille, étant fixée au moyen d'une vis de serrage, peut être réglée aisément de manière qu'elle indique bien quand le clapet est fermé ou ouvert. Pour régler avec exactitude la longueur de la tige F, elle est divisée en deux parties réunies par un écrou à filets inverses *k*, qui permet de rapprocher ou d'éloigner simultanément les deux bouts réunis.

Ces dispositions sont communes à la grue *à col fixe* et à la grue *à col tournant*. Dans cette dernière, l'agencement de la partie supérieure diffère essentiellement. Ainsi la tige F, pour se relier à l'équerre commandée par la tringle G′, au moyen du volant *m* et de son écrou, traverse les deux presse-étoupe H et H′; le premier faisant partie de la colonne A, et le second du corps de grue I, ajusté dans le presse-étoupe ménagé au sommet de la colonne.

Ce corps de grue porte une tubulure *i′*, à laquelle est boulonnée la bride du tube en cuivre M formant le bras; il repose et tourne sur une bague en bronze *j*, disposée au fond du presse-étoupe, et il est fondu avec une sorte de chapelle I′, terminée par un pivot ou collet tourné embrassé par un guide en fonte J, lequel est fixé à la colonne qui porte, fondu avec elle à cet effet, un petit siége A′ pour le recevoir. Cette disposition présente une grande solidité et assure une rigidité parfaite à la partie tournante de la grue.

La chapelle sert, comme on le remarque, de logement au presse-étoupe H′ pour le passage de la tige F, et de support à l'axe *i* du retour d'équerre G, qui actionne verticalement cette tige tout en pouvant pivoter autour d'elle sans lui communiquer son mouvement de rotation.

Le bras de la grue est consolidé par le tirant à fourche K, monté sur le pivot de la chapelle avec lequel il tourne, et qui est surmonté de la lanterne K′. Les branches de la fourche de ce tirant sont boulonnées à deux oreilles venues de fonte avec le coude en bronze M′ qui termine le

bras, et auquel on adapte la conduite en toile L, donnant accès au liquide dans le panier du tender.

AVANTAGES DE CES GRUES A COL FIXE ET A COL TOURNANT.

Par la description qui précède, et l'examen des fig. 3 et 4 de la pl. 17, on a pu se rendre compte des détails de construction des grues à col fixe et à col tournant du système de MM. Neustadt et Bonnefond. Les avantages qui résultent des dispositions générales de ces appareils d'alimentation sont, après cette étude, faciles à apprécier. Nous pouvons les résumer dans les considérations qui suivent :

1° Introduction ou arrêt de l'eau au moyen d'un clapet conique indépendant de la grue, interceptant l'eau avant son arrivée dans la colonne. Ce système de clapet, avec garniture en caoutchouc s'appuyant à plat sur le siége, présente une fermeture hermétique et durable ; le cône parabolique adapté à la partie inférieure de ce clapet supprime les coups de bélier dans les conduites, même quand la vitesse de l'eau y est grande.

2° Manœuvre du clapet par une manette placée à l'extrémité du bras de la grue, et qui commande en même temps le robinet de vidange de la colonne, disposé d'une telle manière, qu'il ne s'ouvre que lorsque le clapet d'introduction d'eau est déjà fermé, et se ferme avant que ce clapet soit ouvert. Ce robinet, manœuvré ainsi automatiquement, procure en hiver une vidange complétement assurée et rapide de la grue. En été, la suppression de la vidange est obtenue par un simple déclanchement. L'attache à coulisseau du clapet limite donc ainsi la perte d'eau, en hiver, pour la vidange de la grue, à la capacité même de cette grue.

3° Le clapet de la grue est parfaitement visitable ; il suffit de fermer le robinet placé à l'embranchement de la conduite d'arrivée de l'eau, et d'enlever la plaque de regard de la boîte à clapet ; au besoin, le caoutchouc formant la garniture du clapet peut être renouvelé sur place, entre deux trains, sans mettre par conséquent la grue hors de service.

4° Le corps de grue peut être, au besoin, enlevé en entier pour être réparé ou visité, sans que la fermeture du robinet placé au branchement de la conduite d'amenée d'eau soit nécessaire ; il suffit de détacher la clavette reliant le clapet à la tige verticale de manœuvre. Cette disposition rend inutile tout autre robinet placé au pied même de la grue.

5° Le peu d'espace nécessaire pour l'installation de la grue et de la boîte à clapet avec ses trois tubulures d'attente permettent d'y souder directement la conduite d'amenée d'eau sans aucun contre-coude.

6° Des écrous placés près de la manivelle de manœuvre limitent les courses du clapet, en même temps qu'ils indiquent au mécanicien, par leur position, que le nombre des révolutions nécessaires pour ouvrir ou fermer a été accompli.

7° Une aiguille formant indicateur extérieur très-apparent frappe la

vue de toute personne qui passe, même à distance de la grue, et montre que le clapet est fermé et que le robinet de vidange est ouvert.

8° Le poids total de la nouvelle grue hydraulique à colonne et à col fixe n'est que de 610 kilog., dont 560 kilog. de fonte, 45 kilog. de fer et 5 kilog. de bronze; les appareils du même genre antérieurement connus ne pèsent pas moins de 900 à 1,000 kilog. Le poids total de la nouvelle grue hydraulique à colonne et à col tournant n'est que de 1200 kilog., tandis que le poids des anciens appareils atteint jusqu'à 2200 kilog.; une notable économie est donc obtenue sur le prix des anciens appareils.

GRUE-RÉSERVOIR AVEC RÉCHAUFFEUR POUR PAYS TEMPÉRÉS,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 5 A 8 DE LA PL. 17.

La fig. 5 est une section verticale faite par l'axe de l'appareil tout monté, près de la voie, le bras disposé pour l'alimentation du tender.

La fig. 6 représente en détail, à une échelle double de la figure précédente, le corps de la grue-applique et son clapet de prise d'eau.

La fig. 7 est une section de la boite renfermant le clapet de retenue de l'eau dans la colonne et munie du robinet de vidange.

La fig. 6 est une section horizontale faite suivant la ligne 3-4 de la fig. 5, et indiquant la disposition des tubes réchauffeurs dans la colonne.

Réservoir. — L'inspection de la fig. 5 fait connaitre que la colonne en fonte A, qui supporte le réservoir cylindrique en tôle B, est en deux parties reliées par un joint à brides *a*. L'appareil dessiné est un petit modèle d'une contenance de 6 mètres cubes seulement; dans le grand modèle, d'une capacité de 12 mètres cubes, la colonne est composée de trois parties reliées également par des joints à brides. Dans les deux cas, la partie inférieure présente un large patin à quatre branches reliées au socle par des nervures, et fixé par un même nombre de boulons *a'* à la fosse en maçonnerie C.

La partie supérieure de cette colonne est fondue avec un plateau circulaire, relié au corps cylindrique par huit nervures, formant le fond du réservoir. Ce plateau porte, à cet effet, un petit rebord contre lequel vient s'appuyer la tôle de la paroi verticale, reliée au fond par une cornière en fer *b* (voyez le détail fig. 6).

Le réservoir est fermé par une calotte sphérique en tôle B' rivée sur le bord supérieur, qui est consolidé par un fer d'angle extérieur reliant en même temps un petit couronnement *b'*, servant à l'ornementation de l'appareil. Un trou d'homme, fermé par un bouchon autoclave *c*, permet la visite et le nettoyage du réservoir. Un bouchon analogue *c'*, et pour les mêmes usages, est appliqué au-dessus du socle de la colonne.

L'intérieur de ce socle est garni d'un foyer en tôle de fer D, fixé à une couronne venue de fonte, à cet effet, à l'intérieur de ce socle. Ce foyer

contenant la grille inclinée *d*, soutenue par quatre petites équerres, se charge par une ouverture de forme elliptique, fermée par la porte *d'*; son plafond reçoit les quatre tubes de fumée E, qui y sont fixés par des bagues.

Les extrémités supérieures de ces tubes sont reliées de la même façon à une plaque *e* (fig. 5 et 8), boulonnée au fond du réservoir au moyen de quatre empattements qui laissent entre eux des vides établissant une libre communication entre le réservoir et la colonne pour la circulation de l'eau. Cette même plaque *e* reçoit en même temps la cheminée F, dans laquelle aboutissent les tubes de fumée.

Le couvercle du réservoir est garni d'une petite soupape de sûreté *f* pour l'échappement de la vapeur, dans le cas où la température de l'eau se trouverait élevée accidentellement jusqu'à en produire. Une soupape reniflard à flotteur *f* est encore appliquée sur ce couvercle pour faire l'office de trop-plein. Cette soupape devient inutile quand l'eau du bassin qui alimente la grue n'atteint pas un niveau supérieur à la hauteur du bord du réservoir B.

L'eau arrive dans la colonne par le tuyau coudé G, fondu avec un patin au moyen duquel il repose au fond de la fosse; il est précédé du tuyau de conduite G, muni en un point de son parcours d'une valve d'arrêt.

Le coude G est boulonné à la bride de la boite en fonte H (fig. 5 et 7), contenant le clapet de retenue, qui empêche l'eau chaude de redescendre dans la conduite en cas d'abaissement du niveau de l'eau du grand réservoir d'alimentation de la gare, tout en laissant néanmoins liberté complète à l'arrivée de l'eau froide à l'intérieur de la grue-colonne. C'est un simple clapet en cuir enserré entre deux plaques de métal et s'ouvrant à charnière. Un robinet à clef *g'* est en outre appliqué à cette boite pour vider complétement le réservoir et sa colonne.

Grue-applique. — Au fond du réservoir est fixé, au moyen d'une bride et de boulons, le tuyau de descente *h* (fig. 5 et 6), fondu avec un rebord qui est dressé pour servir de siége au clapet *h'*. Ce tuyau pénètre par sa partie inférieure dans le corps de la grue I, et l'étanchéité du joint, résultant de la pénétration, est assurée par le presse-étoupe *i*.

Le corps de grue est fondu avec une double branche verticale servant d'attache à la transmission de mouvement du clapet, et terminé par un pivot qui repose sur un grain d'acier logé dans la crapaudine du support J. Le bras R, fixé au moyen de brides et de boulons au corps de la grue et relié au pivot par la jambe de force S, est donc susceptible de tourner, ayant comme axe de rotation le tuyau de descente *h* et le pivot J. Le bras, dans son demi-tour, entraîne la lanterne au moyen d'une chainette fixée aux poulies *s* et *s'*, l'une faisant partie du corps mobile de la grue I, et l'autre calée sur l'axe même de la lanterne; celle-ci a des verres rouges et blancs qui indiquent pendant la nuit la position du bras par rapport à la voie.

Le clapet de distribution *h'* est en fonte avec rondelle en caoutchouc

encastrée pour s'appliquer sur le siége; trois nervures lui servent de guide à l'intérieur du tuyau *h*. Il est relié à la tige verticale *j* qui traverse le presse-étoupe *i'*, et reçoit à son extrémité inférieure un petit manchon claveté *j'*, embrassé par la fourche du mouvement de sonnette *k*. La manœuvre du clapet s'effectue de dessus le tender en agissant sur le volant à manette *m*, muni d'un écrou traversé par l'extrémité filetée de la tige *n*. Cette tige, placée latéralement et extérieurement au bras de la grue, est guidée par un support *l* garni de coussinets en bronze; elle est reliée à la branche verticale du mouvement de sonnette *k*, et celui-ci, comme nous l'avons vu, à la tige *j* du clapet *h'*, lequel peut ainsi être ouvert ou fermé à volonté, en agissant dans le sens convenable sur le volant de manœuvre placé à l'extrémité du bras de la grue.

AVANTAGES DES GRUES-RÉSERVOIRS A RÉCHAUFFEUR.

Les appareils, disposés comme on vient de le voir, présentent les avantages suivants, très-appréciables et que ne présentent pas les modèles antérieurs :

1° L'application à la conduite d'eau, à l'intérieur de la fosse, du clapet de retenue qui permet l'arrivée de l'eau froide tout en empêchant l'eau chaude de retourner dans cette conduite, en cas d'abaissement du niveau de l'eau du grand réservoir d'alimentation.

2° La disposition du réchauffeur qui, renfermé dans un diamètre aussi petit que celui de l'intérieur de la colonne en fonte de la grue, n'augmente pas sensiblement les dimensions de l'appareil, lequel alors n'est pas susceptible de masquer la voie. Entretien facile de ce réchauffeur comme réparation, ramonage et lavage; au besoin remplacement complet du foyer sans démontage de l'appareil: bonne utilisation de la chaleur obtenue par l'application du système tubulaire.

3° Le réservoir est fixé, par un joint facile à faire et à entretenir, sur un fond venu de fonte avec la colonne; on évite ainsi les joints nombreux qui existent dans cette partie des anciens appareils et les fuites qui en sont les conséquences.

4° La grue-applique à col tournant a son clapet de prise d'eau dans le réservoir même, et le mécanisme de manœuvre de ce clapet est placé à l'extérieur, dispositions qui avaient été cherchées en vain jusqu'alors et qui ont une importance extrême. En effet, de ce que le clapet se trouve placé au point d'admission de l'eau dans la grue-applique, il s'ensuit que la vidange complète de cette grue après l'alimentation est assurée, et l'on met ainsi, par les temps de gelée, toutes ses parties à l'abri des ruptures.

5° Cette bonne disposition se trouve complétée par la position extérieure du mécanisme de manœuvre du clapet. Si le mécanisme de manœuvre était placé intérieurement, l'eau suintant par le clapet ou s'égouttant du corps de grue après l'alimentation ne manquerait pas de venir

se congeler sur ce mécanisme et d'en empêcher l'articulation; il serait d'une visite difficile, d'un graissage impossible, et, en outre, les dépôts et immondices de l'eau viendraient s'y attacher. Le mécanisme extérieur est, au contraire, à l'abri de l'égout de l'eau; le cas échéant, les gouttes d'eau qui viendraient s'y congeler pourraient être enlevées facilement; enfin, le corps de grue, avec mécanisme extérieur, ne comporte aucun joint autre que celui du petit presse-étoupe pour le passage de la tige de manœuvre.

6° Outre les avantages qui viennent d'être indiqués, la nouvelle grue-applique présente deux améliorations qui ont une certaine valeur : d'abord, elle est munie d'une jambe de force qui fait corps avec l'appareil et ne donne pas lieu aux frottements des grues-appliques anciennes munies d'une jambe de force avec collier de friction; en second lieu, la lanterne destinée à indiquer la position du bras de grue est mue par un mécanisme à poulies, simple, exact et d'un fonctionnement sûr.

CALCULS RELATIFS AU RÉCHAUFFEUR DANS LES GRUES A RÉSERVOIR.

Nous devons à l'obligeance de M. Neustadt la communication des calculs qui suivent, établis, comme on le verra, pour l'exécution d'une grue-réservoir de plus grandes dimensions que celle représentée fig. 5, pl. 17. Nous avons pensé qu'il était inutile de modifier les chiffres, les données restant les mêmes quelle que soit la puissance de l'appareil du réchauffeur; il n'y a donc qu'à changer, dans les opérations définitives, les dimensions cotées, puisque les relations existant entre les surfaces de chauffe, la surface de la grille et les divers organes du réchauffeur doivent être conservées.

Les conditions à remplir dans ce genre d'appareil sont :

1° De maintenir l'eau à + 12° dans l'appareil par un froid de — 20°, l'eau arrivant au sortir de la conduite à + 3°;

2° De débiter en 45 minutes un volume d'eau nécessaire à l'alimentation d'un tender d'une contenance de 4 m.c., soit 5,333 litres par heure.

Avant d'indiquer la puissance calorifique qu'il est nécessaire que l'appareil développe pour satisfaire à ces conditions, il est bon d'étudier d'abord la perte de chaleur due au rayonnement et au contact de l'air avec la surface de l'appareil.

PERTE DE CHALEUR DUE AU RAYONNEMENT ET AU CONTACT DE L'AIR. — D'après la formule générale de M. Dulong, la perte totale de chaleur due au rayonnement et au contact de l'air est représentée par

$$M = R + A = ma^{\theta}(a^{t} - 1) + m't^{1,233}.$$

M perte totale pour 1 mètre carré et pour 1 heure;
R perte émise par rayonnement pour 1 mètre carré et en 1 heure;
A perte due au contact de l'air pour 1 mètre carré et pour 1 heure;

θ température de l'enceinte, égale ici à — 20°;
t excès de la température du corps sur celle de l'enceinte;
a nombre constant = 1,0077;
m nombre qui dépend de la nature de la surface du corps;
m' nombre qui varie avec la forme et les dimensions du corps.

1° Cherchons d'abord la perte due à la colonne en fonte qui contient le réchauffeur, en admettant que sa surface extérieure se maintienne constamment à 10°, ce qui fait $t = 30$;

$$m, \text{ pour la fonte, } = 124,72 \times 3,30 = 411.$$

On aura pour $R = ma^{\theta}(a^t - 1)$; et, en remplaçant les lettres par leur valeur :

$$R = 411 \times 1,0077^{-20}(1,0077^{30} - 1).$$

Effectuant les calculs, nous avons : R = 94 calories.

Pour la valeur de A on a : $A = m' t^{1,233}$,

et m', pour un cylindre vertical de rayon r et de hauteur h, a pour valeur :

$$0,552\left(0,726 + \frac{0,0345}{\sqrt{r}}\right)\left(2,43 + \frac{0,8758}{\sqrt{h}}\right) = 2,14;$$

ici.... $r = 0^m 30$ et $h = 4$ mètres (1);

et $$t^{1,233} = 30^{1,233} = 67.$$

Donc $$A = 2,14 \times 67 = 143 \text{ calories};$$

et $M = R + A = 94 + 143 = 237$ calories par mètre carré et par heure,

et, pour les 9 mètres carrés de surface de la colonne, $237 \times 9 = 2133$;

soit, en nombre rond, 2130 *calories de perte totale par heure pour la colonne en fonte*.

2° Cherchant ensuite la perte due au réservoir, et observant que son enveloppe en bois (2), ainsi que la couche d'air intermédiaire, conduit très-mal la chaleur; qu'en conséquence on peut assigner, comme maximum, une température constante de 4° à la surface extérieure,

on aura $t = 24$, et m, pour le bois, $= 124,72 \times 3,6 = 449$.

Donc $$R = 449 \times 1,0077^{-20}(1,0077^{24} - 1).$$

Effectuant les calculs, on a : R = 84$^{cal.}$ 54; soit 85 calories.

(1) Dans l'appareil dessiné pl. 17, le diamètre de la colonne est de 0m,500, et la hauteur également de 4 mètres.

(2) Notre dessin n'indique pas d'enveloppe; mais on comprend qu'il est très-facile, avec un tel réservoir de forme cylindrique, de faire cette application.

Pour la valeur de A on a toujours $A = m' t^{1,233}$; m' est représenté de la même manière que dans le cas précédent; mais, dans l'expression de sa valeur, r devient $1^m 375$, et $h = 2^m 800$ (1); on aura donc :

$$m' = 0,552 \left(0,726 + \frac{0,0345}{\sqrt{1,375}}\right) \left(2,43 + \frac{0,8758}{\sqrt{2,8}}\right) = 1,70 ;$$

et $$t^{1,233} = 24^{1,233} = 50 ;$$

on a donc $$A = 1,70 \times 50 = 85 \text{ calories;}$$

d'où $M = R + A = 85 + 85 = 170$ calories par mètre carré et par heure,

et, pour les 14 mètres carrés de surface cylindrique du réservoir:

$$170 \times 14 = 2380 \text{ calories,}$$

perte totale par heure pour la surface cylindrique du réservoir.

3° Pour la perte due au dessus sphérique du réservoir :

Admettant 10° pour la température constante de sa surface extérieure qui n'est pas garnie de bois, on aura $t = 30$, et comme m pour la tôle $= 374$,

$$R = 374 \times 1,0077^{20} (1,0077^{30} - 1);$$

d'où $$R = 374 \times 0,23 = 86 \text{ calories.}$$

Pour la valeur de A, on aura, dans ce cas :

$$m' = 0,552 \times 1,778 + \frac{0,13}{r},$$

r, rayon de la sphère, est égal ici à $1^m 300$.

Donc $$m' = 0,552 \times 1,778 + \frac{0,13}{1,30} = 1,030 ;$$

$$\text{et } t^{1,233} \text{ ou } 30^{1,233} = 67 ;$$

$$\text{d'où } A = m' t^{1,233} = 1,030 \times 67 = 69 \text{ calories;}$$

par suite $M = R + A = 86 + 69 = 155$ calories par mètre carré et par heure;

et pour les 6 mètres carrés du dessus en tôle, $155 \times 6 = 930$ *calories de perte pour la surface du dessus du réservoir et par heure.*

En résumé, on a :

1° 2130 calories, perte de la colonne en fonte;

2° 2380 calories, perte de la surface cylindrique du réservoir;

3° 930 calories, perte du dessus sphérique de ce réservoir.

Soit en nombre rond 5500 calories de *perte totale* de chaleur due au rayonnement et au contact de l'air *pour tout l'appareil* et pour *une heure.*

Puissance du réchauffeur. — Prenant l'appareil en marche et porté à une température de +12°, il faut que la puissance du réchauffeur

(1) Dans l'appareil dessiné, le diamètre extérieur du réservoir est seulement de $1^m 750$, et sa hauteur de $2^m 250$.

satisfasse à la condition de porter par heure de + 3° à + 12° le cube d'eau débité, soit 5,110 litres à élever de 9°,

$$\text{ou } 5{,}110^{k} \times 9 = 45{,}990 \text{ calories à produire par heure.}$$

Il suffirait que le réchauffeur eût une puissance de 46,000 calories à l'heure si l'appareil ne perdait une partie de sa chaleur : 1° par le rayonnement ; 2° par le contact de l'air froid avec sa surface extérieure.

Cette perte totale est égale à environ 5,500 calories par heure et pour toute la surface de l'appareil, comme nous l'avons vu plus haut.

Par suite du refroidissement, le réchauffeur aura donc à fournir, à l'heure, 46,000 + 5,500 calories, soit 51,500 calories.

Le réchauffeur a 7 mètres carrés de surface totale de chauffe et $12^{d.q.}60$ de surface de grille. Les générateurs tubulaires établis aujourd'hui dans des conditions analogues de surface de chauffe, de grille et de cheminée, produisent au moins 15 kilog. de vapeur à 6 atmosphères par mètre de surface de chauffe et par heure, en consommant 1 kilog. de charbon par 8 ou 9 kilog. d'eau vaporisée.

En admettant pour une surface de chauffe verticale, du genre de celle du réchauffeur dont il est question, une production moindre, soit de 12 kilog. de vapeur à 6 atmosphères par mètre superficiel, et remarquant que la vapeur à 6 atmosphères ou à 160° contient 655 calories par kilog., on aurait $12^{k} \times 655^{c} = 7860^{c}$ par mètre superficiel et par heure, et pour les 7 mètres de surface de chauffe de l'appareil une production totale de

$$7860^{c} \times 7^{m.q.} = 55{,}020 \text{ calories par heure.}$$

Or, il a été établi plus haut qu'une production de $51{,}500^{c}$ à l'heure était suffisante pour remplir les conditions énoncées.

Il reste à examiner si la surface de grille est suffisante.

D'après les considérations qui précèdent, 1 kilogramme de charbon brûlé produit, au minimum, 8 kilogrammes de vapeur à 6 atmosphères, ou, en d'autres termes, la surface de chauffe de l'appareil utilise

$$655^{c} \times 8^{k} = 5240 \text{ calories,}$$

sur 7400 développées par la combustion de 1 kilogramme de charbon ; d'où résulte une consommation de $10^{k}5$ de charbon brûlé par heure pour la production totale admise de 55,020 calories à l'heure.

La grille a une surface de $12^{d.q.}6$, il devra s'y brûler $0^{k}84$ par décimètre superficiel, combustion évidemment facile pour un tirage tel qu'il est établi dans la grue-réservoir. En effet, dans les générateurs tubulaires ordinaires, on brûle généralement 1 kilog. de charbon par décimètre superficiel de grille avec un tirage moins direct.

M. Peclet admet d'ailleurs que l'on peut brûler jusqu'à $1^{k}5$ de charbon par décimètre carré de grille sans le secours d'un tirage artificiel.

RÉSERVOIR ET APPAREILS DE DISTRIBUTION

POUR L'ALIMENTATION DES LOCOMOTIVES DANS LES PAYS FROIDS.

Les appareils de distribution d'eau usités dans les pays tempérés présenteraient de grands inconvénients, et seraient même tout à fait inapplicables dans les pays froids, où il est nécessaire d'alimenter les tenders avec de l'eau chaude.

Dans ces pays, il est indispensable d'établir des appareils que la gelée ne puisse détruire ni empêcher de fonctionner, et qui soient d'ailleurs disposés comme il est dit pour donner de l'eau chaude. Avant de décrire ces appareils spéciaux, disons dans quels cas il convient de les employer.

Pour les points importants de prise d'eau, deux grands réservoirs (fig. 1, pl. 18) placés sur un château d'eau et réchauffés par un appareil capable de maintenir l'eau à une température de 8° à 15° sont installés au point jugé le plus favorable comme service et situation. La machine fixe élévatoire peut être au besoin installée dans l'intérieur du château d'eau. En faisant usage d'un tel réservoir, comme il se trouverait naturellement trop éloigné de la voie pour recevoir une grue-applique, la distribution dans ce cas devrait avoir lieu au moyen d'une grue-réservoir à réchauffeur d'une disposition spéciale (comme celle représentée fig. 4, pl. 18) qui, recevant l'eau de 8° à 15°, la distribuerait aux tenders à la température de 50° environ.

Pour les points secondaires de prise d'eau où l'on n'a besoin que d'un appareil de distribution de chaque côté de la voie, on place en tête et en queue de la station, de côté et d'autre, un réservoir sur château d'eau (fig. 2, pl, 18) avec grue-applique spéciale et appareil réchauffeur suffisant pour alimenter les tenders avec de l'eau chaude de la température de 50°.

Au besoin, et par économie, l'un des deux réservoirs sur château d'eau pourrait être remplacé par une grue-réservoir du genre de celle (fig. 4) dont nous parlions plus haut.

CHATEAU D'EAU A DOUBLE RÉSERVOIR CHAUFFÉ,

REPRÉSENTÉ FIG. 1, PL. 18.

Le château d'eau est de forme rectangulaire avec pans coupés à 45°, tangentiellement à la plus grande base des réservoirs. Les parties des réservoirs qui ne reposent pas sur les murs du château d'eau sont supportées par une voûte qui s'appuie sur ces murs, convenablement consolidés au moyen de piliers intérieurs.

Les deux réservoirs B et B′ sont à fond sphérique monté sur couronne en fonte *b*; leur construction est du reste en tout semblable à celle du réservoir dessiné pl. 16, et décrit en détail pages 207 et suivantes.

L'appareil de chauffage est composé d'une chaudière cylindrique en tôle C, de 1m50 de diamètre intérieur, dont le centre est occupé par une chambre C′, de 0m900 de diamètre, qui reçoit à sa partie inférieure la grille du foyer *c*. Ce foyer est alimenté de combustible, que l'on charge par la porte *c′*, et l'air pénètre sous la grille par un canal *d*, ménagé à cet effet dans la maçonnerie du socle qui supporte l'appareil.

Les produits de la combustion se rendent par les tuyaux D et D′ dans les faux fonds E et E′, formant boites à fumée et appliqués sous les réservoirs; ils y circulent pour s'échapper vers la circonférence par les tubes F, qui règnent sur toute la hauteur des réservoirs. Ces tubes sont groupés en faisceau, pour se rapprocher à leurs extrémités supérieures et se réunir à une plaque circulaire *f*, fixée par des équerres à la hotte F′, dans laquelle ils débouchent; celle-ci est surmontée de la cheminée d'appel *f′*, qui donne issue à la fumée et au gaz échappés à la combustion. Des registres à papillon *d* et *d′* sont appliqués sur les conduits D et D′, pour régler le tirage du foyer et répartir convenablement le chauffage sous les deux réservoirs. La circulation de l'eau est établie entre ces réservoirs et l'appareil de chauffage par deux conduits *e*, en communication avec les fonds des premiers et le plafond du second.

Une enveloppe en bois G surmontée d'une toiture G′, composée de poutrelles en bois et de planches recouvertes de zinc, garantit les réservoirs du contact direct de l'air ambiant.

Enfin l'intérieur du château d'eau présente une capacité plus que suffisante pour recevoir au besoin la pompe *g*, qui élève l'eau dans les réservoirs au moyen du tuyau *g′*. Cette pompe est actionnée par le piston du cylindre à vapeur *h*, alimenté par le générateur de vapeur H.

Pour établir une circulation continue de l'eau entre les réservoirs et l'appareil réchauffeur, des dispositions spéciales sont appliquées. Nous les ferons connaître en décrivant le réservoir chauffé avec grue-applique représenté fig. 2, et la grue-réservoir à réchauffeur fig. 4.

RÉSERVOIR CHAUFFÉ AVEC GRUE-APPLIQUE,

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 2 ET 3 DE LA PL. 18.

On doit reconnaître à l'inspection de ces figures que les dispositions générales de cet appareil sont semblables à celles du château d'eau que nous venons de décrire, si ce n'est qu'il ne supporte qu'un seul réservoir et qu'il est muni d'une grue-applique. On y retrouve, avec quelques petites modifications, le réchauffeur C garni de sa chambre de combustion C′ et de son foyer *c*.

Le réservoir à fond sphérique B, d'une capacité de 100 mètres cubes, est muni également de six tubes de fumée F, qui prennent les produits de la combustion répandus dans la chambre E, et les conduisent dans la hotte F', et de là à l'air libre sous l'aspiration de la cheminée d'appel f'.

L'eau froide arrive du bassin alimentaire ou de la machine fixe dans le réservoir par la colonne g', qui débouche à sa partie supérieure. Cette colonne est reliée à la conduite d'arrivée par un presse-étoupe n formant joint compensateur, et elle est munie d'une valve n' permettant l'arrêt facultatif, ainsi que d'une prise d'eau extérieure avec robinet O, pour les besoins du service.

Une seconde colonne g^2, de même construction et disposée également à l'intérieur du château d'eau, mais débouchant au niveau du fond sphérique, est disposée comme prise d'eau chaude pour l'alimentation d'une grue-réservoir placée non loin du château d'eau.

Le réservoir est muni, comme dans l'appareil représenté planche 16, d'une colonne de trop-plein N avec tubulure de vidange p, fermée par un clapet p'. La manœuvre de ce clapet est effectuée au moyen de deux chaînettes q et q', attachées aux extrémités d'un petit balancier Q.

La circulation de l'eau est établie entre le réchauffeur et le réservoir, d'une part, au moyen du tube e, qui permet à l'eau chaude et à la vapeur, en soulevant la petite soupape e, de s'élever dans le réservoir; et, d'autre part, à l'aide du tuyau I, qui conduit l'eau moins chaude à la partie inférieure du réchauffeur, au contact direct du foyer. Des paniers métalliques recouvrent toutes les tubulures de circulation et de prise d'eau, afin d'éviter que les matières en suspension engorgent les conduits ou passent dans le tender.

La grue-applique a son point de prise d'eau j sur le réchauffeur, son bras J est disposé sur le côté du château d'eau qui fait face à la voie, dans une ouverture pratiquée à cet effet; ce bras est monté à articulation, de façon à pouvoir pivoter pour passer de la position verticale à celle horizontale et *vice versa*.

Quand ce bras est horizontal, pour l'alimentation, il est soutenu par la chaîne l attachée à l'intérieur du château d'eau. Quand, contrairement, le service est achevé et qu'il convient de ranger le bras, on le soulève en tirant sur cette chaîne, et le contre-poids P qui lui fait équilibre le ramène dans la position verticale. Dans ce cas, l'ouverture ménagée dans l'épaisseur du château d'eau est fermée par une porte en bois G^2.

La manœuvre de la grue-applique et le fonctionnement de tout l'appareil étant en tout semblables à ceux de la *grue-réservoir à réchauffeur*, qui est représentée sur une plus grande échelle par les fig. 4 à 6, nous décrirons d'abord cet appareil, et les détails que nous en donnerons compléteront ce que peut avoir de trop succinct la description qui précède.

Le poids total du réservoir de 100 *mètres cubes avec réchauffeur et grue-applique est d'environ* 12500 *kilogrammes.*

GRUE-RÉSERVOIR A RÉCHAUFFEUR,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 6 DE LA PL. 18.

La fig. 4 représente cet appareil en section verticale faite par l'axe.

Les fig. 5 et 6 sont deux sections horizontales : la première faite suivant la ligne 1-2, et la seconde par la ligne 3-4.

Le réchauffeur est composé, comme dans les deux précédents appareils décrits, d'un corps en tôle C à double enveloppe, formant une capacité intérieure C′ avec foyer muni de sa grille *c*, et d'un gueulard en fonte *c*′ (fig. 6) pour le chargement du combustible. Le fond repose sur une plaque en fonte *a* boulonnée sur la pierre de fondation, et reliée au corps cylindrique par quatre contre-forts *a*′, en fer d'angle, qui y sont rivés.

Le réservoir d'eau B est à fond sphérique, relié avec le corps du réchauffeur par une capacité tronc conique renversé formant la boîte à fumée E. Quatre tuyaux en fonte F partent de cette boîte pour s'élever verticalement à l'intérieur du réservoir et déboucher dans le chapeau de recouvrement F′, surmonté de la cheminée d'appel *f*′.

L'eau froide arrive de la conduite souterraine par une colonne verticale en fonte *g*′, qui aboutit au fond du réservoir où elle est munie d'un clapet de retenue monté à charnière. La réunion de cette colonne d'arrivée de l'eau avec la conduite souterraine, sur la plaque d'assise en fonte *a*, est effectuée par un presse-étoupe compensateur.

La circulation de l'eau du réservoir dans le réchauffeur, pour produire son échauffement régulier, a lieu par la distribution des deux tuyaux I et *e*; le premier, pour la descente de l'eau froide, prenant naissance au fond du réservoir et aboutissant au foyer du réchauffeur ; le second *e*, pour l'échappement de l'eau chaude et de la vapeur, est d'un diamètre beaucoup plus petit que le précédent; il relie le fond du réservoir avec le plafond du réchauffeur et est muni d'une soupape *e*′, que l'on charge plus ou moins, suivant le degré de chaleur que l'on veut donner à l'eau contenue dans le réchauffeur.

Pour empêcher l'eau chaude de remonter par le tuyau de descente de l'eau froide I, à la partie inférieure de celui-ci est appliqué un clapet flotteur *i*, qui, tout en laissant descendre l'eau froide, évite l'inconvénient signalé.

La prise d'eau *j* (fig. 4 et 5) du bras de grue sur le réchauffeur est reliée à la boîte en fonte *j*′ qui reçoit le bras J, par un presse-étoupe *k*, lequel permet, conjointement avec le support à tourillon *k*′, d'abaisser horizontalement ce bras pour l'alimentation (ainsi qu'on le voit fig. 5), et de le relever ensuite verticalement dans la position représentée fig. 4. Cette manœuvre est effectuée à l'aide des chaînes *l* et *l*′, et des poulies

de renvoi l^2, la chaîne l ne supportant le bras de la grue que lorsqu'il est placé horizontalement.

Le clapet de prise d'eau m (fig. 5) de cette grue se manœuvre du tender au moyen d'une tige filetée actionnée par la manivelle m'.

A l'enveloppe en bois G, disposée pour prévenir le froid et éviter la perte du calorique, est pratiquée une porte G^2 (fig. 4 et 5) que l'on ouvre pour abaisser le bras de grue, et que l'on ferme aussitôt après l'alimentation.

FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES PRINCIPAUX DE L'APPAREIL.

Nous avons négligé de nous arrêter sur le fonctionnement des deux appareils précédemment décrits pour l'alimentation de l'eau des locomotives dans les pays froids, afin d'éviter les répétitions ; ayant eu le soin d'indiquer par les mêmes lettres les organes de même nature, ce que nous allons dire sur ce dernier appareil peut donc également s'appliquer aux deux autres.

Le combustible est introduit par le gueulard c' sur la grille c; la fumée se rend dans la chambre E, traverse le réservoir en circulant dans les tubes F, s'échappe à l'intérieur de la calotte de recouvrement F', et de là dans l'air libre par la cheminée d'appel f' qui termine cette calotte.

L'eau froide qui alimente l'appareil arrive au fond du réservoir par la colonne ascensionnelle g', que sa position à l'intérieur de l'enveloppe en bois (fig. 6) ou du château d'eau (fig. 2) préserve du froid.

Le clapet à charnière qui ferme cette colonne sur le fond du réservoir a pour but d'empêcher l'eau de s'écouler par cette colonne, dans le cas où le niveau de cette eau deviendrait supérieur à celui du bassin qui alimente l'appareil. Cette disposition a pour but de conserver l'eau chaude produite par le réchauffeur, et d'assurer dans l'appareil la plus grande contenance possible d'eau eu égard au niveau du bassin qui l'alimente.

L'eau chaude ou la vapeur tendent à gagner la partie supérieure du réchauffeur, puis à s'introduire dans le réservoir en soulevant le clapet e', fermant le tuyau de petit diamètre e, qui met en communication le réchauffeur avec le réservoir. Au fur et à mesure que l'eau s'introduit dans celui-ci, elle est remplacée dans le réchauffeur par de l'eau froide ou moins chaude, qui du réservoir descend au niveau de la grille du foyer par le tuyau I.

Il résulte de ces combinaisons que l'eau la plus chaude se trouve toujours contenue dans la partie supérieure du réchauffeur ; or, comme c'est sur cette partie que se trouve la prise d'eau j du bras de grue J pour l'alimentation, toute l'eau chaude contenue dans le réchauffeur peut passer dans le tender, pour être successivement remplacée dans ce réchauffeur par l'eau moins chaude du réservoir. Enfin, cette eau est restituée

au fur et à mesure de son écoulement, à ce dernier, par le bassin qui alimente l'appareil autant que le lui permettra son niveau.

Avantages. — Les dispositions des appareils décrits présentent en résumé les avantages suivants :

1° Meilleure utilisation du combustible employé, soit pour empêcher l'appareil et ses accessoires de geler, soit pour obtenir une alimentation avec eau chaude ;

2° Passage de l'eau la plus chaude contenue dans le réchauffeur, et, au besoin, de toute l'eau chaude de ce réservoir dans le tender, avant que l'on n'y fasse passer l'eau moins chaude du réservoir;

3° Mise à l'abri du froid du bras de grue qui se trouve complétement garanti, puisqu'il est dans l'enveloppe et appuyé contre la partie du réchauffeur où se trouve l'eau la plus chaude ;

4° Enfin, mode de construction simple et économique de tout l'appareil se prêtant aux dilatations sans danger de fuites.

Le poids total de la grue-réservoir à réchauffeur est d'environ 4700 kilogrammes.

Il résulte de calculs analogues à ceux déjà indiqués au sujet des grues-réservoirs pour pays tempérés, que, lors de la mise en feu de l'appareil réchauffeur des réservoirs pour pays froids, une demi-heure au plus suffit pour obtenir et donner aux tenders de l'eau à 50°, et qu'une fois l'appareil en service courant, il est susceptible de donner tous les quarts d'heure au plus, et souvent en 10 minutes, un tender de 3 à 4 mètres cubes d'eau à cette même température.

On a d'ailleurs fait abstraction dans ces calculs de la condition favorable de circulation qui a été appliquée à l'appareil, et qui assure des résultats encore plus favorables que ceux indiqués ci-dessus.

Les calculs appliqués à la recherche de la puissance de l'appareil de chauffage de la grue-réservoir, pour pays froids, font reconnaître qu'à partir du moment de la mise en feu de l'appareil trois quarts d'heure suffiront pour obtenir et donner aux tenders de l'eau à 50°, et qu'une fois l'appareil en fonction régulière, il est susceptible de donner toutes les demi-heures, et même en vingt minutes, un tender de 3 à 4 mètres cubes d'eau à la température de 50°, tout en faisant abstraction, comme dans le précédent appareil, des dispositions avantageuses qui assurent encore un meilleur rendement.

MÉTALLURGIE

FABRICATION DES FERS PLATS ET DES TOLES

LAMINOIR UNIVERSEL

De l'invention de M. DAELEN

Modifié par M. LANGENHEIM, ingénieur

LAMINOIR A TOLE AVEC RELEVEUR MÉCANIQUE

Construit par LA SOCIÉTÉ J. COCKERILL, à Seraing (Belgique)

(PLANCHE 19)

Jusqu'ici, nous nous sommes plus particulièrement occupé, pour tout ce qui concerne la fabrication du fer et de l'outillage des forges, de décrire des fours à puddler, à souder et à réchauffer; des machines soufflantes, des marteaux-pilons, des cisailles, etc., qui sont les appareils d'un emploi général dans toutes les usines; mais nous n'avions pas encore traité des machines spéciales destinées à obtenir telle espèce de produit, tel genre de fer, de tôle, etc. Les laminoirs, par exemple, à l'exception de l'appareil *colamineur* de M. Cabrol, appliqué à la fabrication de rails Barlow, et représenté dans le Xe vol., n'ont pas encore trouvé place dans notre Recueil; il est vrai de dire que ces machines avaient reçu très-peu de modifications depuis l'apparition (1844) de l'excellent *Traité de la fabrication de la fonte et du fer* de MM. E. Flachat, A. Barrault et J. Petiet, dans lequel sont donnés des dessins complets de différents systèmes de laminoirs.

Depuis quelques années des perfectionnements assez notables ont été apportés dans la disposition et la construction de ces appareils pour nous engager à en faire le sujet d'une étude spéciale. Nous allons nous occuper tout d'abord des laminoirs à fers plats et à tôles de grandes dimensions, et, dans un prochain article, nous donnerons le dessin d'un laminoir à petits fers, de construction perfectionnée, par MM. Thirion et de Mastaing, lequel a été installé chez MM. Jacquot et Colas frères aux forges de Rachecourt. Nous ferons aussi connaître l'installation générale de cette usine et le mode particulier de commande par courroies de ses laminoirs.

LES LAMINOIRS UNIVERSELS

La fabrication du fer plat au moyen des laminoirs ordinaires exige, comme on sait, un nombre assez considérable de cylindres cannelés. Comme ces fers sont de dimensions variables et que les échantillons sont très-nombreux, le matériel de cylindres devient par conséquent très-important; de plus, le changement de ces cylindres dans leur cage occasionne des pertes de temps très-appréciables. Ce fait se présente surtout pour les fers plats et larges; les cylindres des laminoirs qui les fabriquent, ne pouvant recevoir qu'un petit nombre de cannelures, sont donc multipliés dans des proportions très-onéreuses.

Ce sont ces considérations d'économie dans le matériel qui ont conduit à la construction des laminoirs dits *universels*, dont la disposition permet de laminer des fers plats de toutes largeurs, sans être obligé de changer les cylindres. Les résultats obtenus au moyen de ces sortes de laminoirs ont permis d'en étendre l'application au laminage de la tôle. Dans cette fabrication, pour amener les feuilles aux dimensions voulues, on est obligé, comme on sait, de rogner les côtés latéraux à l'aide de fortes cisailles; de là des déchets, et, par suite, des pertes réelles. On est parvenu à amoindrir un peu la valeur de ces pertes en produisant des tôles beaucoup plus larges que l'échantillon, et en les coupant ensuite suivant les dimensions demandées. Ce procédé, très-bon pour des tôles de peu de largeur, est impraticable pour les grandes largeurs, car il faudrait employer des laminoirs présentant une longueur de table inexécutable.

Le laminoir universel est destiné à éviter ces inconvénients dans la fabrication des tôles, en permettant de les obtenir, comme des fers plats, de dimensions déterminées, bien équarries et sans pertes en rognures ni déchets.

Le premier laminoir de ce genre qui ait été construit est dû, ainsi que nous le trouvons dans un article du *Dingler Polytechnisches Journal*, à M. Daelen, ingénieur de mérite, qui le fit exécuter, en 1848, à la forge de Piepenstock et Cie, appartenant actuellement à la société Hörder. Ce laminoir fut imité sans changement par différentes usines : à Eschweiler, à Oberhausen, aux mines de Paulin, près Dortmund. Il se compose d'une cage ordinaire, munie de ses deux cylindres lamineurs horizontaux, dont on règle la hauteur à volonté, suivant l'épaisseur du fer à laminer, et de *deux autres cylindres verticaux* placés du côté de la sortie, et montés dans des paliers mobiles entre des coulisses rapportées à la cage du laminoir. Ces cylindres verticaux reçoivent un mouvement de rotation qui leur est communiqué par le bas, au moyen de longs arbres en fonte et de manchons tréflés, comme pour les cylindres lamineurs horizontaux.

La commande se fait par des renvois d'engrenages droits et coniques placés sous le sol de l'usine (1).

Comme conditions principales de l'établissement d'un pareil laminoir, il faut, avant tout, donner assez de longueur aux axes qui transmettent le mouvement aux cylindres verticaux, pour être toujours maître d'écarter et de rapprocher ceux-ci dans des limites assez étendues, sans compromettre leur parallélisme. Les mécanismes qui produisent ces déplacements ressemblent d'ailleurs à ceux qu'on applique depuis longtemps aux laminoirs à tôle. Les cylindres verticaux sont unis, et leur diamètre est à peu près moitié de celui des cylindres horizontaux. Bien que le laminage latéral soit généralement peu considérable, les cylindres verticaux doivent avoir, à la circonférence, à peu près la même vitesse que les deux laminoirs horizontaux, ou plutôt la vitesse des premiers doit être un peu supérieure à celle des seconds, pour éviter toute tendance au refoulement.

Le laminoir universel peut passer directement certains paquets; mais quand les dimensions deviennent trop considérables, on préfère employer une cage soudante spéciale ou même encore le marteau. Il fonctionne généralement à faible vitesse et se prête parfaitement à la marche dans les deux sens, évitant ainsi la nécessité des releveurs mécaniques. Dans ce cas, les cylindres verticaux et horizontaux doivent avoir nécessairement la même vitesse. La feuille passe ainsi la première fois successivement aux cylindres horizontaux et aux cylindres verticaux, et s'engage inversement au retour. On peut trouver dans ces deux passages, en réglant convenablement les pressions horizontales et verticales, l'équivalent des passages à plat et de champ; tout au moins est-ce un bon moyen d'atteindre le but principal de ce laminage, c'est-à-dire le parement des faces latérales de la pièce.

La commande des cylindres verticaux du système de M. Daelen présentait cet inconvénient, qu'étant souterraine elle se dérobait à la surveillance journalière, et que sa complication amenait souvent des réparations. En 1856, ce même ingénieur modifia la construction en plaçant la commande à la partie supérieure.

En 1857, les dessins de cette dernière disposition furent communiqués à MM. Hatzfeld, alors directeur des forges d'Arts-sur-Moselle; à M.-C. Bölckner, directeur des hauts-fourneaux de Stefanau; et à plusieurs autres directeurs de forges, qui firent exécuter vers cette époque des laminoirs sur ces dessins.

Le 21 décembre 1859, MM. Dupont et Dreyfus, maîtres de forges à Arts-sur-Moselle, prirent en France un brevet d'invention pour un sys-

(1) Le dessin et la description de ce laminoir sont donnés dans les *Annales des mines*, t. Ier, série 1862. Ils font partie d'un mémoire des plus remarquables de MM. Gruner et Lan, qui a pour titre : *État présent de la métallurgie du fer en Angleterre*.

tème de *laminoir à pressions horizontale et latérale combinées,* disposé exactement sur le même principe d'action que celui que nous venons de décrire; la construction seule est un peu modifiée; les deux cylindres verticaux sont commandés au moyen de quatre roues droites qui actionnent un arbre horizontal monté sur la tête même des montants de la cage, lequel arbre est muni, comme dans le dernier modèle de laminoir de M. Daelen, de deux roues d'angle engrenant avec des roues semblables fixées sur le prolongement des arbres des cylindres verticaux.

Cette dernière disposition se rapproche sensiblement du laminoir que nous avons représenté par la planche 19, dans lequel, comme on peut le remarquer, M. Langenheim est également arrivé à simplifier la commande en supprimant les longs arbres verticaux (1).

DESCRIPTION DU LAMINOIR UNIVERSEL

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 1 A 6, PL. 19.

La fig. 1re est une vue de face du côté des cylindres verticaux.

La fig. 2 est une vue de côté, montrant la commande, qui permet de faire varier à volonté l'écartement de ces deux cylindres.

La fig. 3 est une section transversale faite entre les deux cages, suivant la ligne 1-2 de la fig. 1re, et la fig. 4 une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 3-4 de la fig. 2.

Les fig. 5 et 6 sont des détails d'assemblage du support de l'arbre qui commande les vis, et du guide des cylindres horizontaux.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES DU LAMINOIR. — L'examen de ces figures fait reconnaître que le système de laminoir dit *universel* se compose, comme les laminoirs ordinaires, de deux cages en fonte A et A', reliées entre elles par les entretoises en fer *a*, et fixées solidement au moyen de coins *a'* sur une plaque de fondation E; celle-ci est placée sur de fortes charpentes au niveau du sol auquel elle est réunie par de forts boulons de scellement; dans les cages sont montés les cylindres B et B', supportés par des coussinets ou *empoises* en bronze *b b'*, logés dans des ouvertures ménagées pour les recevoir.

Le cylindre supérieur B' est disposé pour pouvoir s'élever ou s'abaisser bien parallèlement à son axe, par rapport au cylindre inférieur B, de façon à pouvoir régler l'épaisseur que doit conserver le métal soumis au

(1) Pour une application différente, celle du soudage des paquets au laminoir, M. Helson a pris un brevet d'invention en France le 27 mars 1861 pour un *système de train lamineur soudeur à galets comprimeurs*, dans lequel on retrouve l'idée des cylindres verticaux employés conjointement avec les cylindres horizontaux. Dans le système de M. Helson, les cylindres verticaux ou *galets* sont placés au-dessous des tourillons des cylindres horizontaux suivant un axe perpendiculaire à ceux-ci.

laminage. Le cylindre supérieur est maintenu au-dessus de celui B, par l'intermédiaire de contre-poids sous la plaque de fondation. A cet effet, ces contre-poids C s'attachent à l'extrémité d'un levier D, dont le point fixe *d* est pris sur une chape en fer *d'*, fixée sous la plaque E. Le petit bras du levier D est relié, au moyen d'une traverse *e*, à deux tringles en fer *e'* qui, passant dans l'intérieur de la cage, viennent s'appuyer sous le coussinet inférieur du cylindre B'. Les contre-poids sont calculés pour faire équilibre à ce cylindre, de façon à le tenir soulevé, et par suite éloigné de celui B pour faciliter l'entrée de la tôle sous les cylindres, et afin que le cylindre supérieur B', après le passage de celle-ci, ne retombe pas de tout son poids sur celui B, dont il pourrait détériorer la table en s'endommageant lui-même.

L'écartement tangentiel que l'on veut maintenir entre les deux cylindres superposés est réglé au moyen de vis à filets carrés FF', dont l'écrou en bronze *f* est logé dans la partie renflée A^2 de la cage. L'extrémité inférieure de ces vis s'appuie sur les coussinets supérieurs b^2 du cylindre B'; la hauteur de ceux-ci se trouve alors limitée par celle des vis sur lesquelles ils viennent s'arrêter.

Pour conserver au cylindre sa position parfaitement horizontale, il est indispensable que les deux coussinets soient élevés ou abaissés exactement de la même quantité. Afin d'atteindre ce résultat, les deux vis F et F' sont commandées simultanément au moyen des deux roues d'angle G, G', montées à leur extrémité supérieure et engrenant avec les pignons *g*, *g'*, fixés sur le même axe horizontal H. Celui-ci est soutenu par de petits supports *h h'*, ajustés sur la tête même des vis F et F', et sa tige prolongée est destinée à recevoir un moulinet à quatre branches, au moyen duquel le mouvement est transmis.

Comme il importe que l'arbre horizontal H et les pignons qu'il porte participent au mouvement ascendant et descendant des vis de pression F et F', il a fallu combiner un moyen de fixer les supports *h*, afin qu'ils puissent se déplacer verticalement sans être entraînés dans la rotation des vis. Le mode d'assemblage adopté pour atteindre ce résultat est représenté en détail fig. 5; il consiste à pratiquer à l'extrémité supérieure des vis F et F', suivant la direction de l'axe, un trou circulaire dans lequel pénètre la queue du support *h*, tournée bien exactement au diamètre du trou. Une goupille *i*, traversant la vis, s'engage dans une gorge pratiquée sur le diamètre de la queue du support *h*; par cette disposition le mouvement circulaire des vis ne peut entraîner les supports de l'arbre transversal H, et pourtant, dans le déplacement vertical, les goupilles *i* engagées dans les vis entraînent les supports, en s'arrêtant sur les gorges qui y sont ménagées.

Des cylindres verticaux. — L'ensemble des cylindres verticaux et de leur commande constitue pour ainsi dire un second laminoir, placé dans une position perpendiculaire au premier. Il se compose des deux cylin-

dres I et I′, dont les tourillons se meuvent dans les coussinets en bronze *j* et *j′* (fig. 4), placés entre un bâti formé de quatre fortes barres de fer *l* fixées aux cages A et A′. Le cylindre I est à poste fixe dans ses coussinets, ceux-ci étant assemblés d'une manière rigide dans le bâti *l*; les coussinets *j′* du cylindre I′ sont, au contraire, ajustés entre les barres du bâti *l*, de manière à pouvoir y glisser librement en se déplaçant horizontalement (1).

Ce déplacement s'effectue au moyen de deux vis en fer forgé *m*, *m′*, dont une extrémité est retenue prisonnière dans le coussinet *j′* (voy. fig. 4), et qui traversent chacune un écrou en bronze logé dans l'épaisseur de la cage A′. En dehors de celle-ci, ces vis reçoivent les roues droites dentées N et N′, commandées par un pignon intermédiaire *n*, sur le moyeu duquel est fixé un volant à main O.

On comprend qu'en tournant ce volant et avec lui le pignon *n*, on communique un mouvement de rotation aux roues N et N′, et par suite aux deux vis *m* et *m′*, lesquelles, avançant dans l'écrou fixé à la cage, font mouvoir bien parallèlement les deux coussinets *j′* qui portent le cylindre I′; celui-ci alors se rapproche ou s'éloigne du cylindre I, suivant le sens du mouvement imprimé au volant O.

Nous avons dit que les cylindres verticaux devaient être animés d'une vitesse de rotation circonférentielle à peu près égale à celle des cylindres lamineurs horizontaux (2). Ce résultat est obtenu par le rapport qui existe entre les pignons d'angle L et L′, calés à l'extrémité des cylindres I et I′, et les roues coniques L^2 et L^3, avec lesquelles ils engrènent, et qui sont elles-mêmes ajustées sur l'arbre horizontal de transmission de mouvement K. A cet effet, cet arbre, prolongé en dehors du bâti, est muni d'une roue droite M, commandée par une roue de même diamètre M′ clavetée sur l'axe du cylindre horizontal inférieur B, actionné, ainsi que celui B′, par le moteur du laminoir.

Afin que le cylindre mobile I′ soit toujours commandé quelle que soit la place qu'il occupe sur l'arbre K, le coussinet inférieur *j′* est muni d'un retour d'équerre j^2 (fig. 1re et 6), qui embrasse le moyeu de la roue L^3, de façon à pouvoir l'entraîner. Cette roue peut alors se déplacer horizontalement sur son arbre, garni à cet effet d'une longue clavette qui

(1) Dans le laminoir universel de Hörder dont nous avons parlé plus haut, les deux cylindres verticaux peuvent se mouvoir latéralement pour s'éloigner et se rapprocher l'un de l'autre, afin que le laminage ait toujours lieu au milieu des cylindres horizontaux. Cette disposition est surtout très-utile aux laminoirs à large table, pour tôles de grandes dimensions.

(2) Cette vitesse doit nécessairement pouvoir varier, suivant qu'on exerce une pression plus ou moins forte sur la barre de fer en laminage. M. Daelen, pour arriver à ce résultat, dispose le pignon droit qui commande l'arbre muni de roues d'angle, de manière qu'il puisse glisser sur son axe, suivant que la pression est plus ou moins forte, en le maintenant sur celui-ci au moyen de deux disques à friction.

s'engage dans une rainure pratiquée à l'intérieur du moyeu de ladite roue.

L'ensemble de cette disposition permet de faire mouvoir facilement le cylindre I', et de telle façon que son axe soit toujours bien parallèle à celui du cylindre I.

Marche de l'appareil. — Le laminoir universel fonctionne de la même manière que les laminoirs à tôle ordinaires. Comme dans ceux-ci, les cylindres horizontaux B et B' sont munis de trèfles *t* et *t'*, et reçoivent leur mouvement d'un arbre intermédiaire en fonte, qui se relie à l'axe des pignons par un manchon de même métal.

Les deux cylindres étant chacun actionnés par la cage à pignons, l'un d'eux, celui B, commande, comme nous l'avons vu plus haut, les cylindres verticaux I et I', au moyen des roues droites M et M' et des roues d'angle L, L', L^2 et L^3.

Les cylindres I et I' sont placés à la sortie des cylindres horizontaux (1), c'est-à-dire que le métal, mis d'épaisseur par ces derniers, passe ensuite entre les cylindres verticaux qui limitent sa largeur. Il est facultatif, comme il a été dit plus haut, en renversant le sens du mouvement de rotation des cylindres par un mécanisme spécial, de faire passer à nouveau sans relever la plaque de métal. A chaque passe l'ouvrier peut aussi avoir le soin d'écarter les cylindres I et I' de la quantité dont la tôle s'est élargie; de cette manière il ne se forme aucun bourrelet, comme on aurait pu le penser en appliquant une telle disposition.

La vitesse de ce laminoir peut varier de 30 à 40 tours par minute suivant les dimensions des produits fabriqués.

MM. Le Brun et Lévêque construisent en ce moment, pour les forges de Commentry, un laminoir universel de dispositions analogues à celles que nous venons de décrire. La construction en est mieux étudiée et divers perfectionnements y sont appliqués; ainsi les deux cylindres verticaux peuvent, comme dans le laminoir de M. Daelen, s'éloigner et se rapprocher l'un de l'autre par un mécanisme semblable, de façon que le laminage ait toujours lieu bien au milieu des tables. Des tôles ayant jusqu'à 0m 60 de largeur peuvent être obtenues sur cet appareil, muni en outre d'un *releveur mécanique*, commandé au moyen de deux poulies, l'une fixée sur l'axe du cylindre lamineur inférieur, l'autre sur un petit arbre monté au-dessus des cages, et commandée par la première à l'aide d'une courroie. Un galet tendeur, manœuvré par un levier, permet à l'ouvrier de faire agir le releveur au moment voulu pour soulever la tôle par-dessus le cylindre supérieur.

(1) M. Daelen trouve que cette disposition présente cet inconvénient, que le fer plat laminé, poussé plus d'un côté que de l'autre, est raccourci sur le côté supérieur. Il l'évite en plaçant les cylindres verticaux devant les horizontaux, et, pour mieux maintenir les barres de fer en position droite, les conducteurs latéraux se déplacent au moyen de vis, comme cela se pratique pour les chariots des tours.

LAMINOIRS A TOLE AVEC RELEVEUR

L'emploi chaque jour plus fréquent des feuilles de tôle, croissant en poids et en dimensions, a donné lieu à des modifications importantes dans l'outillage des principales tôleries. On conçoit, en effet, que, pour obtenir rapidement et économiquement de grandes tôles de 400, 500 et 600 kilogrammes, et même des tôles pesant jusqu'à une et deux tonnes, les procédés manuels employés primitivement sont devenus complétement insuffisants, car outre la difficulté, le danger et la fatigue pour les ouvriers de manœuvrer des pièces aussi pesantes, les passages entre les cylindres ne pouvant s'effectuer rapidement obligeaient à plusieurs réchauffages qui amenaient naturellement des pertes de temps et d'argent, résultant de l'emploi d'un personnel nombreux, de dépenses extra de combustible et des déchets de matières.

Pour obvier à ces inconvénients, on a eu recours à un outillage mécanique puissant et mieux organisé jusque dans ses moindres détails, comme le *laminoir à releveur mécanique*, les cages des cylindres à mouvement alternatif, puis les grues, chariots, chemins de fer intérieurs, etc.

Les grands laminoirs à tôle se distinguent des anciens équipages par l'accroissement de la puissance motrice, et en même temps par de plus grandes longueurs de tables et de plus gros diamètres de cylindres; des forces motrices de 200 à 400 chevaux pour une ou deux cages; des tables de 1^m60 à 2 mètres et même 2^m20, avec des diamètres de cylindres de 0^m60 à 0^m75, et des tourillons de 0^m30 à 0^m40.

MM. Petin et Gaudet, qui ont fait faire de grands progrès dans le travail du fer, sont arrivés à installer dans leur usine de Saint-Chamond, pour la fabrication spéciale des blindages de navires, un outillage complet qui leur permet d'obtenir ces énormes pièces, du poids de 200 à 3,000 kilogrammes, en une seule chaude, avec toutes les passes nécessaires pour atteindre les dimensions voulues. Ce remarquable résultat est obtenu au moyen d'un service de grues et de ringards à griffes qui desservent un puissant laminoir à mouvement de rotation renversé, à l'aide d'un mécanisme de débrayage mû par un petit moteur à vapeur spécial. Ce laminoir est en outre pourvu de chariots mobiles articulés, munis de galets destinés à recevoir le blindage à sa sortie de chaque côté des cylindres.

Avec leurs moyens puissants et perfectionnés, MM. Petin et Gaudet sont aussi parvenus à livrer couramment des tôles de 10 à 15 millim. d'épaisseur, sur des longueurs de 16 à 20 mètres, avec 0^m80 à 0^m90 de largeur, et des tôles plus ou moins épaisses de 12 à 15 mètres de lon-

gueur, sur 1 mètre à 1m 50 et même 2 mètres de largeur. Ils peuvent au besoin dépasser ces dimensions et produire, par exemple, des tôles de 20 à 25 mètres de longueur sur diverses largeurs et épaisseurs, ce qui permet de rendre la construction des ponts, des chaudières et des navires plus solides et plus économiques, en évitant la multiplicité des joints et des rivures.

C'est, comme nous l'avons dit, à l'aide d'engins spéciaux pour la manœuvre des pièces que MM. Petin et Gaudet obtiennent de tels résultats, et en faisant usage d'un moteur énergique dont la puissance peut s'élever de 500 à 600 chevaux-vapeur, suivant le degré de détente auquel on le fait marcher, et qui peut varier à volonté; puis, en appliquant à ce moteur, d'un côté, des engrenages qui, au lieu d'être en fonte de fer, sont en acier fondu comme les cylindres, afin de permettre de les obtenir extrêmement solides sans tomber dans des proportions exagérées; et, d'un autre côté, un volant d'un grand diamètre et d'un poids énorme, qui assure la continuité du mouvement et le passage sans hésitation des plus grosses pièces entre les cylindres du laminoir.

Sans entrer dans les détails de fabrication de ces énormes pièces, qui ne peuvent être exécutées que dans les usines de premier ordre, nous allons, avant de décrire l'appareil dit à releveur mécanique, passer en revue les divers systèmes de laminoirs relativement puissants, mis en œuvre dans les usines françaises et étrangères, pour la production des fortes tôles du poids maximum de 500 à 600 kilogrammes.

Laminoir à mouvement alternatif. — Nous avons déjà fait connaître dans le xe volume, en publiant l'appareil *colamineur* de M. Cabrol, quelques-unes des dispositions appliquées en France pour obtenir le renversement de mouvement des cylindres lamineurs, afin d'éviter l'inconvénient de soulever la barre à sa sortie des cylindres pour l'engager à nouveau du côté de l'entrée. C'est ainsi que nous avons rappelé l'emploi des *laminoirs triples jumeaux*, qui permettent le passage des deux côtés, mais qui ne peuvent être appliqués manufacturièrement que pour les laminages des petits fers; les systèmes de M. Lebrun, Virloy et de M. Cabrol, basés tous deux sur la marche inverse de deux cages parallèles et de chariots, permettent le transport rapide des pièces de l'une à l'autre cage.

En Angleterre (1) on fait usage de la cage soudante (*blooming*), dite *reversing system*, qui consiste simplement en une paire de cylindres de 0m 50 à 0m 55 de diamètre, recevant d'un embrayage spécial un mouvement alternatif de rotation en sens inverse. L'inconvénient de ce système, c'est qu'il n'est possible qu'à la condition de ne pas dépasser une vitesse de rotation de plus de 20 à 25 tours par minute; sans cette précaution, les cylindres acquièrent une force vive qu'il serait difficile d'amortir sans chocs violents à chaque changement de sens de rotation.

(1) Nous puisons ces détails dans le savant article déjà cité : *État présent de la métallurgie en Angleterre*, par MM. Gruner et Lan.

Un laminoir finisseur à marche inverse, installé à Dowlai, présente les dispositions suivantes : deux paires de cylindres sont disposées dans une même cage ; la première, semblable à la cage finisseuse ordinaire, peut, en tournant toujours dans le même sens, être animée d'une vitesse de 50, 100 et même 120 tours par minute. Un peu en arrière, et au-dessus de cet équipage, se trouve la seconde paire de cylindres tournant en sens inverse de la précédente. Une barre engagée d'abord dans les cannelures des cylindres inférieurs, au lieu de repasser libre par-dessus ceux-ci pour reprendre une nouvelle cannelure, la trouve immédiatement dans la paire supérieure.

Laminoirs a releveurs mécaniques. — Un système très-répandu en Angleterre est celui des *trios* (*three high*), composés de trois cylindres superposés de 0^m55 à 0^m60 de diamètre, et de 1^m50 à 1^m80 de longueur, qui sont montés entre deux fermes, à la façon des triples jumeaux des petits mills. Ils en diffèrent cependant par l'application de releveurs mécaniques.

Une des dispositions adoptées consiste en un tablier à roulettes (1) relié, au moyen d'un cadre, à la tige d'un piston mobile, dans un cylindre qui reçoit la vapeur en dessous, comme dans les marteaux-pilons. A chaque levée du piston, le tablier monte, guidé par des tringles, et en partie équilibré par des contre-poids suspendus latéralement par des chaînes passant sur des poulies de renvoi. A chaque échappement de vapeur, l'excès du poids du tablier et de ses armatures sur les contre-poids le fait descendre aussi lentement que le veut l'ouvrier.

Ce mécanisme peut se poser très-aisément en avant et un peu en contre-haut des cylindres mêmes du laminoir ; cependant on laisse plus de liberté aux mouvements et manœuvres dans le voisinage des cylindres lamineurs, en reportant le cylindre à vapeur sur un pilier situé à une certaine distance et en reliant le tablier à sa tige, à l'aide de chaînes et de poulies de renvoi. Cette liaison s'obtient encore par des leviers et tringles, comme dans le laminoir de l'usine de Seraing, que nous avons représenté par les fig. 7 à 10 de la planche 19, et que nous décrirons bientôt en détail.

Dans le Hanovre, à l'usine de Neustadt, est établi un grand laminoir à tôle (2), avec releveur à vapeur à *tablier bilatéral*. Dans ce laminoir, comme dans le précédent, le cylindre à vapeur est monté directement au-dessus de la cage, et la tige de son piston est reliée à une traverse horizontale disposée en dessus du cylindre pour se mouvoir verticalement dans des coulisseaux. Les tabliers sont attachés aux deux bouts de cette traverse par de longs tirants en fer méplat (3). Cette disposition oblige de donner une grande hauteur à l'ensemble de l'appareil ; et il résulte de cette superposition d'organes et de ces longues tringles un aspect général n'offrant pas le caractère de solidité que l'on demande à ces sortes de machines.

A l'usine de Dowlai, en Angleterre, est établi, pour le service d'une cage soudante à trois cylindres, un releveur mécanique *bilatéral*, composé de deux

(1) *Annales des Mines*, t. Ier, 6e série, 2e livraison de 1862.

(2) Le dessin de ce laminoir est donné dans les *Annales des Mines*, t. XVI, 5e série, 1859.

(3) Ce laminoir a été construit par M. A. Borsig, de Berlin, sur les dessins de M. Langenheim, dont nous avons déjà publié quelques travaux dans le vol. XIII : un four à puddler et deux cisailles avec moteur à vapeur adhérent.

tabliers à roulettes, suspendus par des chaînes, qui leur permettent de monter et de descendre simultanément le long de guides verticaux fixés à la cage. Ces chaînes sont commandées au moyen de quatre poulies fixées par paires sur deux arbres horizontaux montés parallèlement au-dessus de la cage, munie à cet effet de supports pour les recevoir.

Le mouvement est transmis à l'un de ces arbres par le cylindre supérieur des laminoirs, dont l'un des bouts porte un bouton de manivelle qui, au moyen d'une bielle, commande un secteur denté, lequel engrène avec un pignon calé sur l'arbre. Le mouvement alternatif de va-et-vient communiqué au secteur peut être interrompu à volonté, à l'aide d'un levier qui permet de dégager les dents du pignon de celles du secteur ; sur cet arbre de commande, muni du pignon, est fixé un volant-poulie, muni d'un frein à contre-poids et à manette, permettant de ralentir au besoin la vitesse descensionnelle des tabliers. Cet arbre reçoit aussi trois poulies, l'une au milieu de sa longueur, et les deux autres vers ses extrémités; ces dernières supportent les chaînes de l'un des deux tabliers, et celle du milieu met en mouvement, à l'aide d'un brin, le second arbre, parallèle au premier, lequel est également muni de trois poulies; l'une au milieu qui reçoit le brin conducteur, et les deux autres qui supportent le second tablier.

Il est aisé de concevoir, d'après une telle disposition, qu'il est facile, en embrayant à propos le pignon avec le secteur denté, de soulever les deux tabliers simultanément, l'un directement par les chaînes attachées aux poulies calées sur l'arbre du pignon, l'autre indirectement par le brin conducteur et les poulies fixées sur l'arbre parallèle. La manœuvre du paquet exécutée, on désembraye, et les tabliers redescendent par leur propre poids avec une vitesse que modère l'action du contre-poids, et, au besoin, l'action du frein sur la gorge de la poulie volant.

Une application beaucoup plus simple du même principe, *de relevage mécanique opéré par le mouvement même des cylindres lamineurs*, a lieu en France depuis longtemps, ainsi que nous l'avons dit dans le xe vol., au sujet du colamineur de M. Cabrol. Les engrenages sont remplacés, dans ce système, par une simple corde, attachée d'une part aux poulies, et allant de l'autre faire plusieurs tours sur l'extrémité du cylindre supérieur. Il suffit de maintenir le bout de la corde pour éviter son glissement et provoquer ainsi l'ascencion du ou des tabliers.

L'application de ce système oblige à faire usage de releveur à tablier mobile autour d'un centre fixe ; ce tablier présente alors, lorsqu'il est soulevé, un plan incliné, ce qui rend la manœuvre de la tôle un peu plus difficile que si le tablier conservait sa position horizontale, comme cela a lieu avec les appareils décrits plus haut. Dans ceux-ci, en effet, les guides verticaux maintiennent son horizontalité, ce qui facilite beaucoup le passage de la tôle au-dessus du cylindre.

On peut remédier à l'inconvénient signalé en combinant les deux principes, comme on l'a fait à un laminoir des forges de Commentry ; la tête du tablier de ce laminoir, guidée par des nervures en arc de cercle parallèles à la surface des cylindres, est suspendue par des chaînes à un système de leviers semblables au laminoir de l'usine de Seraing représenté pl. 19; la queue est, au contraire, reliée par une manivelle à un axe qui lui communique un mouvement vertical parallèle à celui que la tête reçoit des chaînes et leviers. De cette façon, la tôle

peut être amenée jusque au-dessous du cylindre supérieur; la manœuvre de reprise est incontestablement plus facile.

Nous allons maintenant décrire avec détail le laminoir à tôle et à releveur mécanique, représenté par les fig. 7 à 10 de la pl. 19.

L'ensemble de ce laminoir, comme dans tous les appareils de ce genre, se compose de trois cages, une à pignon et deux à cylindres, la deuxième devant servir principalement au finissage (1). C'est l'une de ces cages, munie d'un tablier releveur, qui est représentée vue extérieurement de face fig. 7. La fig. 8 est une vue par bout. La fig. 9 est une section verticale faite par l'axe des deux têtes munies d'écrous pour recevoir les vis de pression. Enfin, la fig. 10 est un détail du tablier mobile.

Cages et cylindres. — Chaque cage est composée de deux forts montants A et A′ fondus avec de larges semelles *a*, qui reposent sur deux plaques longitudinales boulonnées à des poutres en chêne reliées par des traverses; l'ensemble des plaques et des poutres constitue la partie supérieure du beffroi de fondation.

Le cylindre inférieur B repose par ses tourillons dans un demi-coussinet en bronze *b* (fig. 8) encastré dans chacune des cages; le cylindre supérieur B′ est ajusté de façon à pouvoir se déplacer verticalement; à cet effet, ses tourillons se meuvent dans des coussinets en bronze *b′*, ajustés à queue d'aronde, dans des coulisseaux b^2, assemblés entre les joues internes des cages, lesquelles sont bien dressées et munies d'un rebord intérieur qui les maintient et les empêche de glisser latéralement. Les coulisseaux inférieurs, qui doivent supporter le poids du cylindre, sont tenus en équilibre au moyen des tiges *c′* (fig. 8) reliées, par une disposition analogue à celle du laminoir universel représenté fig. 1, à un système de bascule à contre-poids logé sous le laminoir.

Les coulisseaux supérieurs, devant résister à toute la pression résultant du passage du fer entre les cylindres, sont maintenus au moyen de très-fortes vis en fer F et F′, à filets triangulaires, s'engageant dans un long écrou en bronze *f* encastré dans le renflement A, ménagé de fonte au sommet des montants de la cage. Cet écrou présente, du reste, la forme d'un tronc de cône reposant sur sa grande base; la pression peut donc être aussi forte que possible: elle ne saurait l'obliger à sortir de son emboîtement. Quant aux vis de serrage F et F′, elles ne pressent pas directement sur les tourillons, mais bien sur une pièce intermédiaire en fonte *f′*, nommée *boîte à casser*, établie de manière à offrir une résistance inférieure à celle que présentent les tourillons, afin qu'elle puisse se rompre avant ceux-ci.

Pour opérer le rapprochement des deux cylindres après chaque pas-

(1) Nous empruntons une partie du dessin et de la description de ce laminoir au *Portefeuille de John Cockerill*, ouvrage important qui contient les machines construites dans les établissements de Seraing depuis leur fondation jusqu'à ce jour.

sage de la tôle, les deux vis de pression F et F′ sont commandées simultanément au moyen du pignon *g*, qui engrène avec les deux roues G et G′, clavetées à l'extrémité de ces vis. Le pignon *g* a une plus grande hauteur de dents que les roues G et G′, afin que celles-ci puissent toujours rester engrenées avec lui malgré leur déplacement vertical. Ce pignon est calé sur la douille d'une sorte de petit volant en fonte H, fixé à un arbre en fer *h*, maintenu par un support à nervure *h*′, qui est relié au chapeau de chaque cage. La jante du volant H présente une série de coches destinées à engager alternativement dans chacune d'elles un grand levier de manœuvre, plié et contourné, monté libre au moyen d'un joint à rotule entre le pignon *g* et le volant H. On peut donc lui imprimer un mouvement de rotation horizontal et, de plus, le soulever verticalement, de façon à le retirer de la coche dans laquelle il est engagé, pour le placer dans une autre chaque fois qu'il se trouve arrêté par l'obstacle que présente la cage, pour lui laisser accomplir un mouvement de rotation complet sur son axe.

Par ce moyen, on fait décrire au pignon *g* une portion de révolution correspondante à celle du levier, laquelle est transmise par les roues G et G′ aux vis F et F′, et comme leur écrou est immobile, elles descendent verticalement d'une quantité proportionnelle, qui est en rapport avec leur pas et les diamètres des engrenages.

Les cylindres, coulés en coquille et parfaitement tournés, ont 0^m50 de diamètre et 1^m15 de largeur de table; leurs tourillons ont 0^m24 de diamètre, et leur vitesse est de 24 à 25 révolutions par minute.

Tablier releveur. — Après chaque passage des tôles ébauchées entre les deux cylindres, ces tôles sont soulevées pour les faire passer par-dessus le cylindre supérieur et être engagées à nouveau entre les cylindres. Cette manœuvre s'effectue à l'aide d'un tablier composé des trois rouleaux I, mobiles chacun sur un axe en fer que deux étriers I′ saisissent par les extrémités (fig. 10). Un pivot *i* est venu de forge avec ces derniers pour recevoir les têtes inférieures des deux bielles pendantes en fer J, reliées à leur sommet à la traverse J′. Celle-ci est de forme rectangulaire et forgée avec une douille dans laquelle est engagée la tige K, terminée par une chape qui reçoit l'extrémité du balancier L.

Un support arqué L′ est boulonné à l'une des cages fondue avec deux mentonnets pour le recevoir; sa partie supérieure présente une douille dans laquelle s'engage le pivot d'une pièce à charnière *l*′, constituant le point d'appui et d'articulation du balancier L.

Pour guider le tablier pendant son déplacement vertical, les étriers d'assemblage I′ sont engagés dans deux tiges rondes en fer *m* et *m*′ (fig. 7), qui sont fixées aux cages au moyen des brides *n*. Pour le faire fonctionner, il suffit d'appuyer sur l'extrémité du balancier; la traverse J′ est alors soulevée, et avec elle, par les bielles J, le tablier ainsi que la feuille de tôle qui repose dessus.

La commande du balancier, qui peut, par suite de son assemblage, être placée dans la direction la plus commode pour la facilité du service, dans un coin de la halle, par exemple, est effectuée, dans le laminoir de l'usine de Seraing, par un petit moteur à vapeur.

A cet effet, l'extrémité de ce balancier est réunie par une bielle à la tige du piston d'une machine à cylindre vertical à simple effet, dont la course est égale à la levée maximum qu'il convient de donner au tablier releveur. Le tiroir de distribution de cette machine est commandé au moyen d'un grand levier à main qui permet d'admettre ou de laisser échapper instantanément la vapeur, de telle sorte que l'on peut à volonté, comme dans les marteaux-pilons à vapeur, proportionner la durée de l'admission et de la sortie à l'effort à exercer, c'est-à-dire soulever, abaisser, ou tenir suspendu le fardeau.

FABRICATION DE LA TOLE DE FER.

Après l'examen qui précède sur les appareils spéciaux employés dans les forges pour le laminage des fortes tôles (1), nous croyons utile de donner ici un aperçu des procédés généraux adoptés pour leur fabrication. Nous empruntons les renseignements qui vont suivre sur ce sujet à l'intéressant ouvrage de M. C.-E. Jullien, qui a pour titre : *Traité théorique et pratique de la métallurgie du fer.*

On distingue sept qualités différentes de grosses tôles : 1° les tôles puddlées inférieures; 2° les tôles puddlées ordinaires; 3° les tôles d'un bon puddlé; 4° les tôles de puddlé métis; 5° les tôles en fer fort ordinaire; 6° les tôles en fer fort supérieur; 7° les tôles en fer forgé.

Les tôles *puddlées qualités inférieures* se fabriquent avec du fer puddlé de fonte au coke à facettes ($F^2F\,53$ ou 56, etc.), et servent principalement à la construction des gazomètres et autres appareils analogues, n'exigeant de qualité ni à froid ni à chaud.

Les tôles *puddlées ordinaires* se fabriquent tantôt avec du fer puddlé de fonte au coke intermédiaire ($F^2F\,52$); tantôt, et le plus souvent, surtout quand la ferraille est à bon marché, en lopins de ferraille, avec couverture de puddlé mélangé intermédiaire, ébauché, soit $E^2H\,\frac{42}{73,74}$. Elles servent principalement à la construction des parties non travaillées à chaud des chaudières à vapeur, et doivent avoir assez de qualités à froid pour casser à nerf, quand on les plie perpendiculairement au sens du laminage, c'est-à-dire transversalement.

Les tôles en *bon puddlé*, destinées aux mêmes usages que les précédentes, se fabriquent en $E^2H\,\frac{41}{72}$, et les remplacent pour les bonnes qualités.

(1) On distingue trois espèces de tôle, savoir : 1° les *grosses tôles*, ayant pour épaisseur de 6 à 15 millimètres et au-dessus; 2° les *tôles moyennes*, de 1 à 6 millimètres ; 3° les *tôles fines*, de $0^{mill.}1$ à 1 millimètre.

Les tôles en *puddlé métis* se fabriquent soit en fer puddlé de fonte de Champagne ($D^2 D 32$), soit en lopins de ferraille choisie et couverture ébauchée de fonte de Champagne ($D^2 H \frac{32}{71}$.) Elles s'emploient pour toutes les parties des *chaudières, ponts, gazomètres,* etc., qui ont besoin d'être coudées à chaud ou soudées. Elles doivent avoir, à froid, la qualité du puddlé ordinaire, et à chaud, se couder sans criquer et souder.

Les tôles *fer fort ordinaire* se fabriquent en puddlé, soit de fontes fines et Champagne mélangées, soit de fontes fines pures ($C^2 C$ ou C), tantôt à grain, tantôt à nerf, suivant la demande, mais pour chaudières toujours à grain, et servent à la confection des pièces qui doivent être travaillées et pliées à chaud.

Les tôles en *fer fort supérieur* se fabriquent en ferraille affinée au charbon de bois ($B^2 B$ ou B), et servent aux mêmes usages que les précédentes, lorsque le travail à chaud nécessite, en plus, des emboutissages ordinaires.

Les tôles en *fer forgé* se fabriquent en fontes fines affinées au charbon de bois ($A^2 A$ ou A) et sont spécialement affectées aux emboutissages, soudages et contournages à chaud qui doivent affecter une grande qualité à froid.

La fabrication de la grosse tôle comporte deux opérations principales :

1° La *préparation,* qui consiste à convertir en un bloc soudé la pièce brute;

2° Le *finissage,* qui consiste à étirer ce bloc aux dimensions exigées.

DES PRÉPARATIONS. — Quand le poids des tôles ne dépasse pas 60 kilogrammes, les blocs ou *brames* se préparent à un laminoir à fer marchand, autant que possible spécial. On fait des paquets de 15 cent., tantôt sans couverture, tantôt avec couverture ébauchée, qu'on chauffe suant et soude en quelques passes, tantôt à une chaude, tantôt à une chaude et demie de ce laminoir.

Quand les tôles ont plus de 60 kilogrammes, on emploie soit des paquets, soit des lopins que l'on soude à 1, 2, 3 et 4 chaudes, au *marteau-pilon.*

Pour les tôles en *puddlé ordinaire,* dont la consommation est dix fois celle de toutes les autres, on procède de la manière suivante quand on emploie la ferraille : au lieu de faire autant de lopins qu'il y a de poids différents de tôles demandées, ce qui compliquerait énormément le travail et ne réussirait pas au soudage, attendu que les lopins de ferraille ne comportent pas tous les poids, on fait des lopins de 80, 90, 100, 110 et 120 kilogrammes, que l'on convertit d'avance en *brames* au marteau-pilon.

Quand la tôle à fabriquer n'exige pas plus de 120 kilogrammes, on prend une brame; quand elle exige de 120 à 240 kilogrammes, on en prend deux; de 240 à 360, on en prend trois; rarement on dépasse ce poids.

Pour les tôles en *fer fort* et *forgé,* il n'est pas possible de procéder de la même manière. Ici, quel que soit le poids de la tôle, on ne doit employer qu'un seul paquet, le poids nécessaire dût-il être de 1000 kilogrammes.

Les paquets pour tôle diffèrent des paquets pour fer marchand en ce que les trois dimensions diffèrent très-peu entre elles; cependant il ne conviendrait pas de leur donner une largeur dépassant 40 centimètres, à moins d'y être forcé, parce que le chauffage à cœur devient presque impossible.

DU FINISSAGE. — Quand les tôles se composent de deux ou trois brames, on place ces trois pièces ensemble dans un four à réchauffer et on les chauffe suant pour souder les parties qui ont résisté à la première chaude. Ces pièces, qui ont environ 30 centimètres de large sur 50 de long et 10 d'épaisseur, sont ensuite

laminées une à une jusqu'à 4 ou 5 centimètres d'épaisseur seulement ; ce laminage, qui se fait dans les deux sens, a pour but de les convertir en *plaques* ayant, pour longueur, la largeur que comporte la tôle toute finie.

Après cette première opération, les trois plaques sont replacées dans le four, mais l'une sur l'autre, de manière à former un paquet.

Une seconde chaude suante, ayant pour but de les souder ensemble, est donnée, et après cette chaude, on les serre au laminoir en trois ou quatre passes, en ayant soin de ne pas trop étirer, afin de pouvoir remettre le paquet dans le four, ce que la porte ne permettrait pas s'il était trop large. Une dernière chaude suante est ensuite donnée, et suivie d'un étirage définitif aux dimensions voulues.

Ainsi les tôles puddlées ordinaires dépassant 120 kilogrammes exigent :

1° Une chaude au marteau pour convertir les lopins en *brames* ;

2° Une chaude au laminoir pour convertir les brames en plaques;

3° Une chaude au laminoir pour souder les plaques ensemble;

4° Une chaude au laminoir pour étirer à la dimension voulue.

Quand la tôle se compose d'un seul paquet, si le métal est tendre, une chaude au marteau et une au laminoir suffisent pour la fabrication des produits; si, au contraire, le métal est réfractaire, il faut au moins deux chaudes au marteau et deux chaudes au laminoir. Un grand inconvénient de cette fabrication, c'est que quand la pièce est finie, il est rare que, sur trois, il n'y en ait pas une rebutée, soit pour pailles, soit pour soufflures, soit pour gravelures, soit pour criques dépassant la limite des bavures. Outre cela, il y a à considérer la question du déchet qui n'est pas la moins importante.

Au marteau, en travail courant, le déchet est de 8 à 15 p. 100, suivant la nature du fer; d'où résulte que, pour avoir des brames de 100 kilogrammes, il faut prendre des paquets de 110 à 115 kilogr. Au laminoir, c'est autre chose, pour avoir 100 kilogr. rognés, il ne faut pas mettre moins de 170 et le plus souvent 175 kilogr. au paquet; sur ces 75 kilogr. supplémentaires, moitié environ disparaît dans le four, tant la chaleur y est intense, l'autre moitié tombe en rognures à la cisaille.

Au sortir du laminoir, les tôles que l'on suppose réussies sont immédiatement portées au four à recuire, dans lequel elles doivent rester une demi-heure environ pour être portées au rouge cerise; dans cet état, elles sont retirées et portées sur une plaque en fonte pour être dressées à l'aide de maillets en bois.

Les tôles ainsi recuites et dressées passent au *cisaillage*, opération qui s'effectue à l'aide de machines puissantes, mues au moyen d'une transmission par poulies et courroies, ou à l'aide d'un moteur à vapeur spécial appliqué au bâti même de la cisaille.

Nous renvoyons, pour l'étude de ces divers systèmes, au vol. XII, pl. 6, de ce Recueil, dans lequel nous avons donné un excellent type de cisaille à queue et une cisaille à guillotine, de MM. Thomas et Laurens; et au vol. XIII, pl. 31, qui contient également deux cisailles avec moteur à vapeur adhérent, l'une à guillotine à double mouvement parallèle, l'autre à lames circulaires.

ÉLÉVATION D'EAUX

NOUVELLES MACHINES DE MARLY

ÉTABLIES A BOUGIVAL

Sous la direction de M. DUFRAYER, ingénieur

POUR ÉLEVER DIRECTEMENT L'EAU DE SEINE AUX RÉSERVOIRS QUI ALIMENTENT VERSAILLES, SAINT-CLOUD ET LES COMMUNES ENVIRONNANTES

(PLANCHES 20 ET 21)

Tout le monde a entendu parler des anciennes machines de Marly, fondées sous le règne de Louis XIV, à Bougival, sur l'un des bras de la Seine, qui alors fut disposée de manière à créer une chute de 2 à 3 mètres, capable de produire une puissance hydraulique considérable.

Sur cette chute, Rennequin, habile ouvrier de l'époque, construisit, d'après les projets d'un ingénieur distingué, M. le baron de Ville, quatorze grandes roues à palettes, à chacune desquelles étaient attelées des séries de pompes verticales qui, prenant l'eau vers le fond du fleuve, la refoulaient jusque dans un premier bassin placé sur le versant nord de la montagne. De ce bassin, l'eau était reprise par plus de soixante autres pompes qui la refoulaient dans un second réservoir situé plus haut, et d'où un jeu de pompes analogues l'élevait définitivement sur la plate-forme de la cuvette surmontant la grande tour qui précède ce long et superbe aqueduc, dont la belle perspective se fait remarquer à de grandes distances.

Toutes ces pompes, au nombre de plus de deux cents, étaient mises en jeu par une forêt de tringles en fer composées de chaînes et de balanciers qui, suivant la rampe de la montagne, se reliaient par des manivelles aux axes des roues hydrauliques pour en recevoir un mouvement alternatif bruyant et saccadé.

Les pertes de force résultant de ce mode compliqué et vicieux, étaient telles, qu'avec l'énorme puissance brute disponible de la chute d'eau

existante, et que l'on peut estimer moyennement à 1,000 ou 1,200 chevaux, on montait à peine, dans l'origine, 250 pouces d'eau, soit moins de 5,000 mètres cubes par 24 heures, puis bientôt 3,000 et 2,000 mètres cubes seulement. Plus tard, cette quantité diminua encore notablement par suite de l'augmentation des frottements et du mauvais état de la plus grande partie des pièces mobiles. On s'attachait d'autant moins à entretenir ce dispendieux mécanisme, que l'on avait établi d'un autre côté d'énormes réservoirs ou plutôt des étangs, occupant ensemble une superficie de plus de 1,200 hectares, destinés à recueillir les eaux de pluie et autres entre Saint-Cyr et Rambouillet. Ces étangs, qui peuvent contenir près de 8 millions de mètres cubes, existent toujours, quoiqu'ils soient presque à sec dans les années de sécheresse, comme en 1858 et 1859. Les eaux qu'ils reçoivent, appelées les *eaux blanches,* sont amenées à la butte Gobert, point culminant de Versailles, où se trouve un bassin de distribution pour alimenter les jets et les pièces d'eau du parc.

En 1803, Napoléon I[er], trouvant la machine de Marly dans la situation la plus déplorable, nomma une commission à l'effet d'étudier un projet dont l'adoption permît d'obtenir un meilleur résultat. De là vint l'idée de faire monter l'eau directement et d'un seul jet à la cuvette de la tour. Cette idée ne tarda pas à être mise à exécution par un entrepreneur intelligent, M. Brunet, qui fit les essais sur une des roues, la quatorzième, actionnant quatre nouvelles pompes aspirantes et foulantes. Le système réussit complétement, et on constata que la quantité d'eau élevée était double de celle fournie par l'ancien mode. On essaya aussi l'application d'un réservoir d'air, afin d'établir une ascension plus régulière dans la conduite; mais étant composé de tuyaux avec joints à brides, des fuites se déclaraient constamment par ces joints, ce qui le fit supprimer quand on établit plus tard, après la suppression des treize autres roues, une deuxième roue semblable à la quatorzième. Du reste, ce réservoir n'était pas à proprement parler un réservoir d'air, puisqu'il n'y avait pas d'appareil spécial pour en introduire.

Cependant, malgré les avantages qu'il présentait relativement, ce système ne fut pas étendu d'une manière générale, et même, peu d'années après cette application, sur des propositions faites par MM. Périer, constructeurs à Paris, on avait décidé de remplacer la puissance hydraulique par deux fortes machines à vapeur qui, à la vérité, ne reçurent qu'un commencement d'exécution.

Comme alors la navigation de la Seine paraissait prendre une certaine importance, on voulut la favoriser en proposant de supprimer le barrage et par suite la chute d'eau qui avait été établie à grands frais; on chargea un architecte habile, M. Cécile, et un constructeur en renom, M. Martin, d'y substituer un moteur à vapeur qui, après plusieurs années d'études, devint celui que l'on voit encore aujourd'hui.

L'établissement d'un moteur à vapeur fonctionnant ainsi à côté d'une

force hydraulique considérable presque abandonnée, devenait évidemment une superfétation, une anomalie que l'on ne comprenait pas, et qui ne s'explique que par une circonstance tout à fait exceptionnelle.

La chute qui devait être détruite, ne l'a pas été par suite de l'application du barrage mobile, exécuté en 1838 à Bezons, par un ingénieur très-distingué, M. Poirée, qui a rendu à la navigation de la Seine de grands services. Ce barrage et les digues de Carrières, Chatou et Croissy, avec l'écluse de communication établie entre les deux bras du fleuve, le délivrèrent de toutes les difficultés et permirent de conserver cette puissance susceptible d'un grand profit.

M. Dufrayer, qui succéda comme ingénieur à M. Cécile pour la direction de l'établissement de Marly, comprit tout d'abord qu'il était possible de l'améliorer, en cherchant d'une part à économiser le combustible, et de l'autre à tirer un meilleur parti de la chute d'eau conservée. Il s'occupa donc, avec une persévérance digne d'éloge, de divers projets qu'il soumit successivement à l'administration supérieure de la liste civile; aussi, à la suite de plusieurs rapports favorables rendus par des commissions composées de savants et d'ingénieurs de grand mérite, nommées par M. A. Fould, alors ministre de la maison de l'Empereur, elle décida, en 1854, l'exécution de nouvelles machines actuelles, en approuvant les plans de M. Dufrayer, qui fut naturellement chargé de la direction de tout le travail.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT.

Pour donner une idée exacte de l'établissement de Marly, nous avons représenté à une petite échelle, sur la fig. 1re du dessin, pl. 20, un profil en long de la montagne qui indique le parcours de la conduite depuis la Seine jusqu'au delà de l'aqueduc.

En A est le bâtiment de la nouvelle machine hydraulique, établi au-dessus du cours d'eau, à peu près sur le même emplacement que les anciennes roues détruites.

En B se trouve le bâtiment du moteur à vapeur conservé, et qui est séparé du précédent par la route de Paris à Saint-Germain.

La ligne oblique et brisée *a b c d e* montre les directions que l'on a dû faire prendre à la conduite en fonte qui amène l'eau refoulée jusqu'à la cuvette *f* de la tour, point le plus élevé de tout le parcours. Cette ancienne conduite, établie pour la machine à vapeur, a été conservée pour la nouvelle machine hydraulique, quoique d'un diamètre évidemment insuffisant.

La partie *fg* désigne la longueur de l'aqueduc en pierre qui a plus de 600 mètres de longueur, et qui est porté par trente-six arcades élevées, dont les premières n'ont pas moins de 20 à 24 mètres de hauteur. De là

les eaux sont conduites sous terre à un premier réservoir C, pour descendre ensuite sur Versailles et sur Saint-Cloud.

On estime qu'en moyenne l'altitude mesurée verticalement de la prise d'eau (à l'étiage de la Seine), au niveau supérieur de la cuvette est de 160 mètres, et que la longueur du parcours entre ces deux points est de plus de 1,300 mètres.

MOTEUR A VAPEUR.

Les fig. 2 et 3 du même dessin, pl. 20, représentent à l'échelle de 1/300e la section verticale et la coupe horizontale du bâtiment qui renferme le moteur à vapeur et les pompes, établis par MM. Cécile et Martin.

Cette machine, exécutée suivant le système à basse pression et à double effet, de Watt, pour une puissance effective de 64 chevaux, a été disposée de manière à faire mouvoir à la fois une grosse pompe nourricière *h* (fig. 2), qui, par un long tuyau en fonte *i*, aspire l'eau directement dans la Seine, et l'élève simplement dans une cuvette centrale en fonte *j*, avec laquelle communiquent huit pompes foulantes et parallèles *k*, qui sont placées de chaque côté, de façon que chacun de leurs pistons reçoive son mouvement alternatif par des bielles suspendues aux boutons des manivelles appliquées à quatre roues dentées *l* de même diamètre; celles-ci sont elles-mêmes commandées par deux roues droites plus petites *l'*, rapportées vers les extrémités d'un arbre intermédiaire qui, à l'aide de deux autres roues plus fortes et plus grandes *m* et *m'*, est entraîné par l'arbre moteur.

Cet arbre, qui a le défaut d'être très-court, est armé, en dehors de ses deux supports trop rapprochés, de deux manivelles en fer, de 0m80 de rayon et auxquelles s'assemblent les deux grandes bielles en fonte *n*, qui sont attachées à l'extrémité du même balancier *n'*, dont l'axe est porté par quatre grandes colonnes *o*, qui, assises sur un très-fort massif en pierre, s'élèvent à plus de deux mètres au-dessus du sol.

Le cylindre à vapeur D, placé à l'extrémité opposée, est à enveloppe, avec deux tiroirs de distribution, comme dans la machine de Bolton, que nous avons publiée dans le 1er vol. de ce Recueil. Le condenseur et la pompe à air E sont aussi disposés de même, et logés dans une sorte de bassin inférieur ménagé dans le massif en pierre.

En décrivant avec détail, dans le 1er volume, la belle et grande machine de Saint-Ouen, nous avons donné les dimensions adoptées par les constructeurs dans la machine de Marly, qui a été pendant plusieurs années l'une des plus remarquables pour l'époque à laquelle elle a été exécutée.

Nous avons aussi publié dans le XIIe volume les détails de l'une des pompes foulantes qui ont été parfaitement établies, et fonctionnent toujours très-bien.

Nous rappellerons seulement ici quelques dimensions principales :

Diamètre du cylindre à vapeur.......... = 1^m137
Course du piston.................... = 1^m950

Les deux bras du balancier n'étant pas égaux, le rayon de la manivelle n'a que 0^m80 au lieu de 0^m925.

La vitesse de l'arbre moteur, qui n'était dans l'origine que de 14 à 15 tours par minute, a été élevée plus tard à 16 tours, ce qui correspond à une vitesse moyenne du piston égale à 1^m04 par seconde.

Et la pression de la vapeur, qui était au plus de 1 atmosphère 1/2, avec des générateurs à tombeau, a pu s'élever à 2 atmosphères avec des chaudières cylindriques à bouilleurs.

Le volume d'eau que l'on montait à l'aqueduc était en moyenne de 1600 mètres cubes par 24 heures; M. Dufrayer est arrivé à lui faire donner jusqu'à 1800 mètres cubes.

Par la disposition des transmissions de mouvement que nous regardons comme vicieuse, puisque d'un côté on augmente la vitesse de l'arbre intermédiaire pour retarder ensuite celle des axes qui commandent les pompes foulantes, on trouve que, lorsque le piston à vapeur donne 16 coups doubles par minute, les pistons foulants en donnent un peu moins de 10.

On a en effet, d'un côté :

Diamètre de la roue de commande *m'*............... = 1^m44
Diamètre du pignon commandé *m*.................. = 1^m08

Par conséquent, le rapport $\frac{1.44}{1,08} = 1,24;$

et, d'un autre côté :

Diamètre des roues *l'* placées sur l'arbre intermédiaire = 1^m44
Diamètre des pignons *l* placés sur les axes des pompes = 0^m72

Par suite, le rapport $\frac{0.72}{1,44} = 0,5.$

On a donc pour résultat :

$$16^t \times 1,24 \times 0,5 = 9^t725 \text{ par minute.}$$

Or les bielles qui mettent en mouvement les tiges des pistons foulants sont attachées à des boutons de plateaux en fonte percés sur quatre parties, de telle sorte que l'on peut varier la course, suivant que l'on fixe les boutons à des points plus ou moins rapprochés du centre de ces plateaux. Ainsi le rayon des manivelles peut être de 0^m25, 0^m28, 0^m31 et 0^m34, et, par suite, la longueur de la course 0^m50, 0^m56, 0^m62 et 0^m68.

Le diamètre des pistons étant de $0^{m}185$, ce qui correspond à une section de $0^{m.q.}02688$, si on marche avec la plus petite course de $0^{m}50$, le volume engendré n'est que de

$$0,50 \times 0^{m.q.}02688 = 0^{m.c.}01344;$$

tandis que en marchant avec la plus grande course, il devient

$$0,68 \times 0,02688 = 0^{m.c.}018278;$$

soit donc $13^{lit.}44$ dans le premier cas,

et $18^{lit.}28$ dans le dernier.

On peut admettre que le volume moyen est de $15^{lit.}86$ par coup, ce qui produit, pour les huit pompes actionnées en même temps :

$$8 \times 15,86 = 126^{lit.}88 \text{ par tour entier;}$$

et, au maximum,

$$8 \times 18,28 = 146^{lit.}23.$$

C'est donc dans ce dernier cas $146,23 \times 9^{t}725 = 1422$ litres par minute quand la machine à vapeur marche à 16 tours,

et par conséquent $1422 \times 60 \times 24 = 1987^{m.c.}680$ au plus en 24 heures.

D'où il résulte que, pour obtenir 1800 mètres cubes par jour, il faut, avec cette vitesse, que les pompes réalisent un effet utile de plus de 90 p. 100; mais ajoutons que ce résultat n'a pas été souvent atteint.

Du reste, la consommation de combustible, pour alimenter la machine, s'élevait à 10 ou 12000 kilogrammes par vingt-quatre heures; aussi ne la faisait-on fonctionner que pour compléter l'insuffisance des deux roues conservées, et malgré cela les frais d'entretien et de réparations de toute sorte portait encore la dépense totale à près de cent mille francs par année, somme énorme comparativement au peu de produit obtenu. On n'a d'ailleurs rien négligé, dans l'origine, pour l'établissement de ce moteur. Le bâtiment qui le reçoit est vraiment monumental. On y arrive par un large perron, qui est accompagné de plusieurs belles colonnes à gaz et de bassins à jets d'eau fort gracieux.

MOTEURS HYDRAULIQUES.

La nouvelle machine hydraulique est établie, comme nous l'avons dit, à peu près sur le même emplacement que l'ancienne, en face du bâtiment de la machine à vapeur, mais elle occupe beaucoup moins d'étendue. Les 14 roues de Louis XIV, réduites à deux seulement dans les cinquante dernières années, ne donnaient pas, tout en dépensant le volume d'eau de la rivière, lorsqu'elles se trouvaient dans le meilleur état, un rendement égal à celui que donnent aujourd'hui les trois grandes roues existantes qui ne dépensent pas la moitié de la force disponible.

Ces roues sont, en effet, exécutées dans de bien meilleures conditions. Au lieu de marcher, comme les premières, par le courant de l'eau, elles marchent avec la pression dans un coursier circulaire qui les emboîte exactement dans leur partie inférieure.

Le bâtiment dans lequel se trouve tout le système est en pierre et en brique couvert en zinc ondulé. Il est disposé pour contenir six grandes roues, et, par conséquent, six mécanismes semblables. Les trois premières exécutées sont à droite, les trois autres à ajouter sont à gauche. La façade de ce bâtiment donne sur la route impériale de Paris à Saint-Germain, en regard de celle même du bâtiment de la machine à vapeur. Sa plus grande longueur se trouve à cheval sur le bras du fleuve.

La fig. 4, pl. 20, est une vue extérieure de la partie droite de ce bâtiment, en amont de la rivière.

La fig. 5 est une section longitudinale de la partie gauche, faite vers le milieu, elle montre en même temps une élévation latérale des trois roues et mécanismes que cette partie doit recevoir.

Les fig. 6 et 7 représentent une coupe horizontale faite à la hauteur des fenêtres du bâtiment, et d'un côté, à droite, le plan général des trois roues existantes et des jeux de pompes qu'elles mettent en action, et de l'autre, à gauche, le plan des coursiers préparés avec une section de deux des roues qui doivent être ajoutées.

En amont et vers la droite de la rivière se trouvent le grand déversoir et les grandes vannes de décharge qui donnent écoulement à la masse d'eau considérable que les moteurs hydrauliques n'utilisent pas. Ces vannes sont semblables à celles indiquées en G sur la fig. 6; elles n'ont pas moins de 5 mètres de largeur sur 4 mètres de hauteur.

Les fig. 8 et 9 de la pl. 21 montrent, à une échelle double des précédentes, deux sections transversales du bâtiment. L'une, faite par le milieu des prises d'eau, en avant des pompes; l'autre, faite au milieu même d'une roue et de son coursier, pour faire voir l'admission de l'eau.

Parmi les dix ou douze projets présentés par M. Dufrayer de 1847 à 1849, pour utiliser la chute d'eau de Bougival, et substituer la puissance hydraulique à celle de la vapeur, on en a remarqué deux qui, par la combinaison du mécanisme, paraissaient plus facilement applicables; nous voulons parler de l'application des turbines et de celle des grandes roues.

La commission chargée d'examiner ces divers projets a montré, par l'organe du rapporteur, M. Regnault, membre de l'Institut, professeur au collége de France, la préférence qu'elle accordait au système de roues verticales actionnant directement des pompes horizontales placées de chaque côté.

On objectait que les turbines étaient plus compliquées, par suite d'un entretien plus difficile et plus dispendieux, qu'elles exigeaient des engrenages d'angle pour transmettre le mouvement aux pompes et retarder la vitesse des pistons, devant, dans le cas d'une si forte charge être très-

faible, et que, comme le volume d'eau disponible était considérable, il y avait moins à tenir compte du rendement. Il est vrai que l'on aurait pu faire valoir en leur faveur qu'elles peuvent marcher noyées, dans les grandes eaux, qu'elles ne craignent pas les gelées, et qu'en été, à l'époque où l'eau est moins abondante et la chute plus considérable, on peut obtenir de meilleurs résultats.

En définitive, les roues furent considérées comme plus avantageuses par la simplicité de leur mécanisme, par le peu d'entretien qu'elles exigent, par la facilité qu'elles présentent pour les réparations, et aussi par la suppression complète des engrenages. Leur grand volume, comparativement à celui des turbines, ne parut pas un inconvénient.

Cependant, il faut le dire, elles n'étaient pas sans offrir une certaine difficulté dans l'exécution. Il s'agissait, en effet, de ne pas multiplier le nombre des roues comme dans l'origine, et de faire en sorte que chaque roue pût dépenser un volume d'eau assez considérable pour produire une force suffisante, capable d'élever au moins 2000 mètres cubes d'eau en 24 heures, à la hauteur de l'aqueduc, c'est-à-dire sous une pression de plus de 16 atmosphères et cela directement d'un seul jet, en se servant des deux conduites existantes, qui n'ont que 0^{m} 20 au plus de diamètre intérieur.

Il fallait d'ailleurs que ces roues ne fussent pas d'une trop grande largeur, afin de ne pas prendre une étendue trop considérable sur le bras du fleuve, et en outre qu'on leur donnât un assez grand diamètre et des palettes assez profondes pour permettre de marcher noyées, sans changer la position du coursier, qu'on préférait maintenir fixe.

Pour mieux faire comprendre tout le système à l'Administration supérieure, M. Dufrayer exécuta à l'échelle de 1/10, un fort joli modèle montrant parfaitement la disposition du mécanisme de la roue et des pompes, et destiné à servir de base aux adjudicataires chargés de la construction.

Roues hydrauliques. — On voit, par les fig. 8 et 9, que chaque roue se compose de 64 aubes planes *p*, formées de fortes planches en bois d'orme assemblées entre elles et fixées par des équerres en fer à deux rangées de couronnes concentriques *e* et *e'*, au nombre de quatre sur la largeur (voyez fig. 7), qui opèrent la réunion de toutes les aubes. Elles sont en outre reliées à la circonférence extérieure et aux deux bouts par des boulons à écrous *b*; 32 aubes ont 4^{m}50 de longueur sur 3 mètres de largeur, tandis que les 32 autres n'ont, avec la même longueur, que 2^{m}40.

Les doubles rangées de cercles en fer *e* et *e'* sont boulonnées chacune à 16 bras en bois E, assemblées sur un tourteau en fonte D de 2^{m}40 de diamètre. Quatre tourteaux semblables sont clavetés sur l'arbre de transmission A, en fer forgé de 0^{m}45 de diamètre ; les deux extrêmes sont reliés aux cercles extérieurs intermédiaires *e* par de forts tirants en fer *d* (fig. 7), qui assurent la rigidité de toutes les pièces dont la roue est composée.

L'arbre de transmission repose sur deux larges paliers B, fixés sur une plaque de fondation C en fonte, solidement attachée au sol au moyen de boulons de scellement. Les paliers n'ont pas de chapeau, aucun effort ne tend à soulever l'arbre que le poids de la roue maintient sur ses coussinets.

VANNAGE. — Les vannes G' (fig. 9), pour une largeur de roue aussi considérable, sont naturellement d'un grand poids; pour le réduire autant que possible et pourtant leur conserver la force de résistance nécessaire à l'effort qu'elles ont à supporter, ces vannes sont en fortes tôles avec des cloisons ou nervures. Pour les déplacer dans leurs guides latéraux inclinés, un mécanisme spécial est disposé sur le plancher au-dessus de chacune d'elles.

Ce mécanisme n'est autre qu'un treuil composé d'un bâti en fonte F réuni par des entretoises et muni d'un arbre à manivelle *f* (fig. 6 et 9), sur lequel est fixé un pignon. Celui-ci engrène avec une roue calée sur un arbre intermédiaire supporté également par le bâti F, et garni d'un pignon qui commande une roue dentée G, fixée sur un arbre *g*: Cet arbre est supporté par de petites consoles venues de fonte avec le bâti F, et repose par ses extrémités prolongées sur toute la longueur de la vanne, sur des petits supports fixés au sol; deux pignons *g'* sont clavetés vers ses extrémités et engrènent avec des crémaillères *h*, attachées à la vanne, de telle sorte que, lorsqu'on agit sur la manivelle du treuil, on communique à cette vanne un mouvement ascensionnel ou descensionnel suivant le sens de rotation, et cela très-lentement, par suite des rapports qui existent entre les engrenages de la transmission, afin de donner à l'homme appliqué au treuil la force nécessaire pour cette manœuvre.

Pour éviter que des matières solides qui peuvent être entraînées par le courant soient conduites sous les palettes de la roue, un large grillage incliné en fer G^2 (fig. 9) est placé en travers du canal d'arrivée.

DES POMPES (fig. 10, pl. 21). — Chaque roue actionne quatre pompes horizontales à piston plongeur à simple effet. Elles se composent chacune d'un cylindre en fonte H, de 0m450 de diamètre extérieur, et alésé intérieurement à 0m390. Ce cylindre est fondu avec deux larges empattements de chaque côté I, qui servent à le fixer au bâti I'. Ce dernier, formé de deux flasques fondues avec des nervures qui les relient entre elles, est boulonné solidement au sol et assemblé par de forts boulons avec la plaque de fondation sur laquelle est fixé le palier correspondant de l'arbre de la roue. Le bâti de la pompe placée de l'autre côté, dans le même axe, étant également relié à cette plaque, l'ensemble d'un double jeu de pompe se trouve ainsi solidaire, et présente par suite toute la solidité nécessaire.

Dans ce corps de pompe se meut le long piston creux en fonte K, ajusté à frottement doux dans le presse-étoupe *h'*, serré par huit boulons et garni au fond d'une bague en bronze. Pour supporter une partie du poids du piston qui, à fin de course, se trouve en porte-à-faux dans

l'intérieur du cylindre, celui-ci est garni d'une longue règle en bronze *i* (fig. 10), sur laquelle il repose.

Cette disposition très-simple suffit pour conserver la garniture du presse-étoupe qui, sans cette précaution, aurait à supporter sur une partie de sa circonférence le poids énorme du piston.

A la tête du piston est clavetée une chape L, dont les deux oreilles sont traversées par un petit arbre en fer forgé et tourné L′, garni à ses deux extrémités de longs coulisseaux en bronze *l* (fig. 12), destinés à se mouvoir bien horizontalement dans les glissières en fonte *l′*, boulonnées et clavetées sur le bâti même de la pompe; disposition analogue à celle employée pour guider la tige du piston des machines à vapeur horizontales.

Le mouvement est communiqué directement aux pistons de quatre pompes à la fois, comme il a été dit, par l'arbre de chaque roue hydraulique qui, à cet effet, est garni de chaque côté, en dehors des paliers B qui les supportent, de deux fortes manivelles de $0^m 80$ de rayon, calées à angle droit. Sur le bouton de chaque manivelle sont ajustées les têtes des deux bielles en fer forgé *a* et *a′*; l'une de ces têtes est à fourche pour laisser la place à la seconde. Ces bielles ont $3^m 40$ de longueur depuis l'axe du bouton jusqu'à la tête extrême qui vient s'attacher sur la traverse L′, entre la fourche L rapportée au piston.

Le fond de chacun de ces pistons, ouvert pour le dégagement du noyau de sable au moulage, est fermé par un tampon en fonte *k*, assemblé à cône, claveté et mastiqué (fig. 10).

Le corps de pompe est fondu du côté opposé au presse-étoupe avec une sorte de boîte à deux tubulures H′ perpendiculaires à son axe; celle du dessus est fermée par un fort couvercle H^2 servant à la visite, et, au besoin, aux réparations; celle du dessous reçoit une forte bride h^2, qui fixe le tuyau d'aspiration M et sur laquelle repose le siége N du clapet O, en bronze comme son siége (fig. 10 et 11). Ce dernier est fondu avec une gorge circulaire qui reçoit une épaisse rondelle *n*, en bois de bout, et avec trois buttoirs *n′*, espacés également sur sa circonférence, pour servir de limite à l'élévation du clapet sous l'aspiration du piston plongeur.

Quand ce piston refoule, ce clapet redescend naturellement et vient s'appuyer sur la couronne *n*, ou siége en bois d'orme qui assure l'herméticité de la fermeture. C'est alors que les deux clapets Q et Q′ s'ouvrent sur leur charnière *p′*, pour laisser l'eau aspirée s'échapper par la conduite de refoulement.

Ces clapets sont en bronze avec garniture en cuir pour s'appliquer exactement sans bruit sur le double siége en bronze, à face inclinée R. Celui-ci est fondu avec un rebord qui permet de le fixer avec la boîte à clapets P par des boulons qui traversent la bride de cette boîte, et celle ménagée de fonte dans ce but à l'extrémité du corps de pompe. Un regard, fermé par le fort couvercle S, est disposé au-dessus des deux clapets pour en rendre la visite facile.

A la suite de la boite P, munie des clapets de refoulement, est placé un robinet-vanne P′ (1) qui permet au besoin, quand l'une des pompes est en réparation, d'interrompre la communication de cette pompe avec les deux conduites collectives U et U′.

Réservoirs d'air. — Ces conduites sont placées sur toute la longueur du bâtiment, près des murs, sous une galerie en fonte U², avec balustrades et candélabres *u*, et qui permet la circulation tout autour de la salle; elles communiquent avec deux grands réservoirs en fonte V et V′, placés tout au bout de la salle et s'élevant jusqu'à la toiture. Ces réservoirs ont pour but, comme on sait, de régulariser la pression de l'eau dans la conduite; les variations provenant du travail irrégulier des pompes, ayant lieu à l'intérieur de ces réservoirs en comprimant plus ou moins l'air qu'ils contiennent, air qui est refoulé par les pompes mêmes au moyen d'un petit appareil très-simple appliqué sur les couvercles H², des boites à clapet d'aspiration.

Cet appareil, représenté en section fig. 13, se compose d'une petite cloche en fonte *o*, montée sur un robinet en bronze *o′*, vissé sur le couvercle H² (fig. 8, 9 et 10). La bride du robinet sur laquelle repose la cloche est percée de petits trous fermés par un disque en cuir *r*, qui est maintenu au centre par une vis, afin que sa circonférence puisse se soulever sous la pression de l'air refoulé par le piston de la pompe.

Cet air est introduit dans le corps de pompe à chaque aspiration du piston par un petit tube *s* (fig. 10) placé sur le tuyau d'aspiration M, et muni d'un robinet que l'on ferme quand on s'aperçoit, en examinant des robinets étagés sur le réservoir, que la quantité de l'airre foulé est suffisante.

Comme en refoulant, la pompe peut naturellement, avec l'air, introduire de l'eau sous la cloche *o*, il a été ajouté à celle-ci un niveau d'eau *o*² permettant de le reconnaître, et qui est muni d'un robinet inférieur donnant la facilité de purger l'appareil; pour chaque roue, il y a deux pompes, une de chaque côté, qui en sont pourvues; le tuyau *t*, qui surmonte chacun d'eux, est réuni à un tuyau collecteur horizontal, unique pour chaque rangée de pompes, qui amène par le tuyau *t′* l'air refoulé dans tous les appareils à l'intérieur du réservoir V ou de celui V′, où il acquière une pression de 16 à 17 atmosphères, c'est-à-dire un peu supérieure à celle de l'eau dans la conduite générale.

Celle-ci est en communication directe avec les réservoirs d'air par les tuyaux X et X′ passant sous la voûte, et venant s'assembler sur une tubulure ménagée à chacun des petits réservoirs intermédiaires en tôle *v* et *v′*, dans lesquels débouchent les tuyaux U et U′. Ces réservoirs reçoivent l'air envoyé directement par les pompes, il en résulte que la colonne ascendante s'en trouve purgée et reste parfaitement tranquille.

(1) Les robinets-vannes appliqués aux machines de Marly ont les mêmes dispositions que celles indiquées sur les fig. 9 et 11, pl. 33, du tome XIII.

Prises d'eau des pompes. — Dans les fondations du bâtiment placé en travers du fleuve, entre chacune des six galeries de 4ᵐ50 de largeur, disposées pour recevoir les roues et leur vannage, il a été ménagé, ainsi que vers les deux extrémités, huit canaux M′ (fig. 4, 5 et 8), destinés à laisser arriver l'eau nécessaire à l'alimentation de toutes les pompes, lesquelles sont placées directement au-dessus, et ont leurs tuyaux d'aspiration M qui y descendent par des ouvertures rectangulaires ménagées à cet effet dans l'épaisseur des voûtes.

Ces canaux, étant percés d'outre en outre en travers du bâtiment (voyez fig. 8), laisseraient s'écouler un volume d'eau qui affaiblirait considérablement la chute s'ils n'étaient fermés en aval par une vanne verticale m', qui maintient le niveau du liquide. En amont, il existe une vanne semblable m, et devant celle-ci une grille m^2, qui ne permet pas aux herbages ou autres matières étrangères de pénétrer dans le canal de prise d'eau.

Il est du reste facile de nettoyer ces canaux : il suffit de fermer les vannes d'amont pour les vider aussitôt. Un mécanisme très-simple et très-facile à manœuvrer est appliqué à l'intérieur du bâtiment pour la commande de ces vannes. Il se compose d'une vis et d'un écrou muni d'une roue à rochet à double encliquetage que l'on actionne à l'aide d'un levier. Ce double encliquetage, avec arrêt en sens inverse, permet de maintenir la vanne levée à toute hauteur, soit qu'on agisse pour la soulever ou pour la faire descendre.

DIMENSIONS ET CALCULS

RELATIFS A LA NOUVELLE MACHINE HYDRAULIQUE.

Dimensions et résultats des roues. — Chacune des trois roues exécutées a les dimensions suivantes :

Diamètre extérieur....................	12 mètres.
Largeur..............................	4ᵐ50.
Nombre d'aubes.......................	64

La profondeur des aubes, mesurée dans le sens du rayon, est de 3 mètres pour la moitié d'entre elles, et de 2 mètres pour celles intermédiaires : par suite, le diamètre de la circonférence intérieure est de 6 mètres, et celui de la circonférence intermédiaire de 8 mètres.

En prenant la moyenne des deux circonférences de 12 mètres et de 8 mètres, on a pour l'écartement moyen des aubes :

$$\frac{10^{m} \times 3{,}1416}{64} = 0^{m}49.$$

La capacité comprise entre deux aubes consécutives est donc de :

$$4^{m}50 \times 0^{m}49 \times 2 = 4^{m.c.}41$$

Ainsi, avec une vitesse de 2 tours par minute seulement, ce qui correspond à

$$\frac{12 \times 3.1416 \times 2}{60} = 1^{m}26 \text{ par } 1'',$$

la roue pourrait dépenser, en admettant les augets à moitié pleins,

$$\frac{1^{m}26}{0,49} \times \frac{4.41}{2} = 5^{m.c.}670 \text{ d'eau},$$

et avec une vitesse de 3 tours, moitié plus, ou 8500 litres par seconde. Il est vrai que dans ces conditions le rendement serait peu avantageux; il serait préférable de ne compter que sur le tiers et même 1/4 de la capacité; ce qui réduirait les volumes, pour 2 tours, à 3800 et 2800 litres, et pour 3 tours à 5600 et 4300 litres par seconde.

La chute est variable de 1 à 3 mètres; dans les grandes eaux, elle se réduit quelquefois à moins d'un mètre, et en été, dans les basses eaux, elle s'est élevée jusqu'à 3m15 à 3m20. On estime, en général, que la chute moyenne est de 2m50 pendant la plus grande partie de l'année.

Le volume d'eau à dépenser est lui-même très-variable. C'est environ la moitié du débit du fleuve, c'est-à-dire toute l'eau qui passe par le bras de Bougival; or, le volume total est quelquefois de 100 à 120 mètres cubes par seconde, et dans les temps de sécheresse, il s'est réduit à 45 ou 50 mètres. Mais on peut largement compter à l'étiage sur une moyenne de 80 mètres cubes.

Ainsi, en admettant que les trois roues établies puissent débiter chacune 6 mètres cubes au maximum, on voit qu'on n'utilise pas encore la moitié de la puissance hydraulique existante en temps ordinaire.

L'axe des roues a été placé de telle sorte qu'elles se trouvent baignées seulement de 0m200 à l'étiage qui a été déterminé par la surélévation du barrage d'Andresy; cet étiage est lui-même à 0m700 au-dessus de celui qui avait été établi à l'origine pour la construction de l'échelle tracée à l'amont. L'arête supérieure du grand déversoir qui existe en avant se trouve à 3m45 au-dessus de ce premier étiage, il en résulte que lorsque le niveau inférieur correspond avec l'étiage relevé, la hauteur de la chute est de 3m45 — 0m70 = 2m75; mais comme on ne dépense pas la moitié du volume d'eau disponible que très-rarement, l'épaisseur de la lame qui passe sur le déversoir peut être de 30 à 40 centimètres, par suite la chute peut s'élever à 3m15 et plus.

On a vu, par la disposition du coursier et du vannage, que l'eau n'est pas dépensée en déversoir; il eût fallu donner, pour pouvoir débiter un volume suffisant, une très-grande largeur aux roues. La tête du col de cygne qui limite le coursier se trouve à 1m800 au-dessus de la tangente horizontale inférieure à la circonférence de la roue, par suite la vanne inclinée, qui doit fermer l'arrivée de l'eau, est prolongée de façon à dépasser le niveau le plus élevé. Elle peut d'ailleurs monter dans une limite telle qu'elle peut ouvrir un orifice de plus de 0m50.

Dans l'une des premières expériences faites au commencement de la mise en marche de l'usine, on a constaté que :

1° La hauteur de la chute était de .... 3^m15;
2° La vanne était levée de .... 0^m16;
3° La pression sur le centre de l'orifice.... $= 1^m27$.

Par suite la vitesse moyenne de l'eau à la sortie de cet orifice pour tomber sur les aubes était :

$$V = \sqrt{2gH} = \sqrt{19,62 \times 1,27} = 4^m95 \text{ par } 1'',$$

et comme alors la roue faisait 2 tours et 1/2 par minute, ce qui correspond à une vitesse circonférentielle de :

$$12^m 3,1416 \times 2,5 = 1^m57 \text{ par } 1''.$$

On voit que le rapport entre cette vitesse et celle de l'eau n'était pas tout à fait 1/3.

Le volume d'eau dépensé par l'orifice était, d'après la formule :

$$D = l \times H \times V \times m \text{ (1)}.$$

En tenant compte de l'inclinaison de la vanne et de la contraction sur trois côtés seulement de l'orifice, ce qui rend le coefficient $m = 0,92$.

Soit, par conséquent,

$$D = 4^m50 \times 1^m27 \times 4,95 \times 0,92 = 2^{m.c.}602,$$

ou 2602 kilogrammes, et pour les trois roues = 7800 litres par 1'', c'est-à-dire à peine 1/5 du volume total disponible.

Avec la vitesse de 1^m57 par seconde, la capacité des augets est de

$$\frac{1^m57}{0^m49} \times 4^m41 = 14^{m.c.}112,$$

de sorte que le rapport entre le volume d'eau et cette capacité est de

$$2,602 \text{ à } 14,112 = 0,184$$

ou moins de la cinquième partie.

On aurait donc pu faire dépenser à la roue un plus grand volume d'eau sans difficulté, d'autant plus que la vanne permet d'ouvrir l'orifice d'admission jusqu'à 0^m50. L'auteur du projet s'est arrangé, en effet, pour obtenir au besoin un travail beaucoup plus considérable.

Au moment de l'expérience que nous mentionnons, et qui a eu lieu en été, la chute étant de 3^m15, on voit que la force brute de l'eau sur une seule roue était de

$$\frac{2602 \times 3,15}{75} = 109 \text{ chevaux de 75 kilogrammètres.}$$

(1) Voir à ce sujet le *Traité théorique et pratique des Moteurs hydrauliques.*

DIMENSIONS ET RÉSULTATS DES POMPES. — Les quatre pompes horizontales, mises en jeu par chaque roue hydraulique, sont construites dans les conditions suivantes :

Diamètre du piston....................	= $0^{m}38$
Rayon de la manivelle.................	= $0^{m}80$
Course du piston......................	= $1^{m}60$.

Lorsque la roue fait 2 tours 1/2 par minute, la vitesse moyenne du piston est de

$$\frac{1^{m}60 \times 2,5 \times 2}{60} = 0^{m}133 \text{ par } 1''.$$

Surface du piston.................	= $0^{m.q.}1134$
Volume engendré à chaque course...	= $0^{m.c.}1814$
Soit pour les 4 pompes............	= $0^{m.c.}7257$
Et par minute.....................	= $1^{m.c.}\ 814$.

Ainsi, on voit que le volume engendré par les 4 pompes, en 24 heures, est en nombres ronds de 2612 mètres cubes.

Ce qui donne pour le produit théorique des 12 pompes actionnées par les trois roues en activité :

$$3 \times 2612 = 7836 \text{ mètres cubes par jour.}$$

Or, voulant se rendre compte du résultat pratique obtenu à l'aqueduc, M. Dufrayer, n'ayant plus de moyen de jaugeage au sommet de la tour, par suite de la grande quantité d'eau qui arrivait relativement au volume primitif, a déterminé d'une manière suffisamment exacte pour la pratique le volume d'eau élevé, en cherchant la vitesse à la surface à l'aide de flotteurs jetés dans la partie régulière de la longueur du canal, et a trouvé, après plusieurs expériences successives, que cette vitesse était de $0^{m}37$ par 1'', ce qui, en admettant, d'après Poncelet, le coefficient 0,77 (voir notre *Traité des Moteurs hydrauliques*), donne une vitesse moyenne de

$$0,37 \times 0,77 = 0^{m}285 \text{ par seconde.}$$

La surface de section de la partie intérieure mouillée de l'aqueduc étant de $0^{m.q.}2816$, on trouve que le produit obtenu a été de $0^{m.c.}080256$ par 1'',

Soit par 24 heures......... = 6940 mètres cubes.

Par conséquent, si l'on compare ce résultat au volume engendré par les pompes dans le même temps, on arrive au rapport :

$$\frac{6940}{7836} = 0,886.$$

Ainsi le rendement des pompes, en eau montée, est de près des 9/10 du volume théorique.

On se rappelle que la hauteur verticale est de 160 mètres depuis la

Seine jusqu'au sommet de la Tour, il en résulte que l'effet utile obtenu, exprimé en chevaux, est égal à

$$\frac{80^{k}256 \times 160}{75} = 171^{ch.}2,$$

soit par suite 57 chevaux pour le travail réel produit par chaque roue, abstraction faite des pertes de force de toute nature.

Et comme la puissance dépensée pour une roue est de 109 chevaux, on voit que le rapport entre la quantité d'eau élevée et la puissance brute est de :

$$\frac{57}{109} = 0,522,$$

soit plus de 52 p. 100.

Un tel résultat est évidemment très-remarquable, si l'on se rappelle que la longueur du parcours de l'eau dans les conduits est de plus de 1300 mètres, et que la pression sur les pistons dépasse 15 atmosphères.

On doit le distinguer d'autant mieux que le diamètre de chacune des deux lignes de tuyaux qui ont été conservées jusqu'ici n'est que de $0^{m}20$ au plus, dimensions évidemment beaucoup trop petites pour la quantité d'eau qui est obligée d'y passer. De là des vitesses trop grandes et par suite des frottements trop considérables (1).

C'est ainsi que l'on est limité aujourd'hui pour le volume d'eau à élever; si l'on faisait marcher les roues plus vite, ou si l'on en ajoutait d'autres, afin d'augmenter ce volume, il faudrait de toute nécessité appliquer d'autres conduites notablement plus grandes. Cependant depuis les premières expériences, l'on a pu faire marcher plus vite, et on a obtenu un produit de 8000 à 8500 mètres cubes; mais c'est la dernière limite qu'il soit prudent d'atteindre avec le diamètre de ces conduits.

Tout le mécanisme des trois roues hydrauliques et des pompes a été exécuté par M. Feray d'Essonnes, et a coûté environ 450,000 francs; les grosses pièces de fonte et les tuyaux de conduite ont été fournis par la maison Boigues, Rambourg et Ce; les grosses pièces de forge brutes et ajustées par le Creuzot. MM. Farcot et Fils, qui se sont beaucoup occupés, comme on sait, de la construction d'appareils à élever l'eau, ont été chargés d'ajouter plusieurs parties essentielles telles que les réservoirs d'air et les appareils qui les alimentent. Enfin, M. E. Bourdon a exécuté les manomètres indicateurs de pression.

(1) Nous avons consacré, dans le XIe vol. de ce Recueil, à l'étude spéciale des conduites en fonte un long article, dans lequel nous donnons les formules et tables pour calculer les diamètres à donner en rapport avec les débits, afin de réduire au minimum les pertes de charges et le frottement de l'eau dans les conduites.

LAVAGE MÉCANIQUE DES MATIÈRES TEXTILES

MACHINE

A LAVER ET A NETTOYER LES TISSUS

PAR MM. BROWN ET WITZ

MANUFACTURIERS EN SUISSE

MACHINE A LAVER LES LAINES EN SUINT

Par M. DESPLAS, constructeur-mécanicien à Elbeuf

(PLANCHE 22)

Les machines à laver sont de plusieurs sortes et présentent des dispositions très-diverses subordonnées, du reste, à l'usage auquel on les destine. Elle sont classées dans l'industrie en quatre catégories bien distinctes :

1° Les machines à laver et à dégraisser les laines en suint, les laines brutes, celles qui proviennent des défilochages, débourrages, etc.;

2° Les machines à laver les filaments en écheveaux, pour les faire dégorger après la teinture;

3° Les machines à laver, dégraisser, nettoyer et rincer les tissus avant ou après la teinture;

4° Enfin les machines à laver ou lessiver le linge.

Nous ne nous arrêterons pas sur cette dernière catégorie de machine à aver, complétement en dehors des trois autres, nous réservant d'en faire le sujet d'une étude toute spéciale.

Machine a laver les fils en écheveaux. — Quant aux machines à laver les filaments en écheveaux, elles sont composées généralement d'un certain nombre de rouleaux à claire-voie, sorte de lanterne formée de deux disques réunis par des fuseaux, et sur lesquels on place les écheveaux à laver. Ces rouleaux, montés sur un bâti spécial, sont animés d'un mouvement de rotation continu, et en même temps d'un déplacement latéral, de façon à agiter, en les faisant tourner, les écheveaux dans l'eau que contient la cuve ou le canal au-dessus duquel est installé le bâti garni de ces rouleaux mobiles.

Nous avons publié une des plus ingénieuses machines de ce genre, due à M. Rickli, dans le vol. XII, pl. 3, de ce Recueil. Une machine analogue, mais plus simple, de M. Prévinaire de Harlem, nommée *dégorgeuse à excentrique,* consiste en deux rouleaux à fuseaux en bois fixés aux extrémités d'un même axe en fer, mais de façon que cet axe ne se trouve pas au centre des bobines, mais, au contraire, que le centre de celle de gauche, par exemple, se trouve au-dessus de l'axe, et que celui de la bobine de droite se trouve en dessous ou inversement. Par cette disposition, en communiquant à l'arbre un mouvement de rotation assez rapide, au moyen d'une poulie fixée entre les deux bobines, les écheveaux de fil placés sur celles-ci trempent dans le cours d'eau sur lequel est montée la machine, et, en se développant, subissent des mouvements saccadés sautillants résultant de l'excentricité même du mouvement, et qui aident à ouvrir les fils et à les débarrasser des impuretés qu'ils contiennent.

D'autres machines basées sur des principes qui diffèrent peu de ceux-ci ont été proposées; nous citerons pour mémoire les brevets de M. Dollfus, du 24 mai 1856, et ceux des 12 décembre 1856 et 11 novembre 1857, de M. Berthaud de Lyon, dans lesquels sont décrites des machines composées de cylindres horizontaux animés d'un mouvement de rotation continu, en même temps que d'un mouvement rectiligne de va-et-vient. Ces cylindres, placés de chaque côté d'une traverse sur laquelle sont montés les organes de cette double transmission, reçoivent les écheveaux qui trempent dans le liquide que contient le bac placé au-dessous de l'appareil.

M. Leclercq, à la date du 13 janvier 1857, prit un brevet pour une machine à laver, composée de trois cylindres à axes parallèles, dirigés suivant la longueur du bac à eau au-dessus duquel ils sont assujettis à tourner; une double chaîne en métal, traversée par des barrettes, forme une échelle qui entraîne les écheveaux entre les trois cylindres; ils se trouvent pressés par ceux-ci, qui en expriment le suint et les matières étrangères; les écheveaux sont entraînés ensuite dans les compartiments du bac, qui contiennent de l'eau de savon et de l'eau pure pour rincer les laines après le dessuintage.

Le 30 mai 1857, M. Schaal, à Lyon, prit un brevet pour une machine à laver les filaments en écheveaux, composée d'une série de paires de rouleaux placés parallèlement au-dessus d'une caisse, dans le sens transversal; ces rouleaux sont animés simultanément de deux mouvements : l'un de rotation pour faire passer d'une manière continue toutes les parties des écheveaux dans le bain, l'autre, rectiligne de va-et-vient, pour produire une agitation dans le sens de la longueur de la cuve. Un deuxième brevet a été pris par M. Schaal, le 2 juillet 1861, pour une nouvelle machine à laver les écheveaux, qui ne diffère pas sensiblement de la première.

Le 9 février 1861, M. Boué, à Diville, a pris un brevet pour une machine à laver les écheveaux de fil en pleine rivière, qui offre une grande analogie avec celle de M. Rickli (Publ., vol. XII, pl. 35), breveté le 18 octobre 1856, si ce n'est pourtant que les rouleaux à lanterne, au lieu de recevoir un mouvement de rotation par des rochets commandés par le va-et-vient, le reçoivent au moyen d'une courroie ou lanière, qui actionne de petites poulies fixées sur les axes de chacun des rouleaux.

M. Hauzeur-Gérard fils s'est fait breveter en Belgique, le 11 janvier 1861, pour une machine à laver les écheveaux qui se distingue par l'emploi d'un prisme de

forme carrée animée, au-dessus de la cuve, d'un mouvement de rotation continu. C'est sur ce prisme que les écheveaux sont placés de telle sorte que, non-seulement ils se déroulent dans l'eau que contient la cuve, mais encore qu'ils y sont fouettés par les mouvements ascensionnels et descensionnels répétés qu'ils reçoivent de la forme même du prisme. Un compteur de tours est appliqué à la machine pour permettre de régler exactement la durée du lavage des écheveaux.

M. Tulpin aîné, de Rouen, dont nous avons déjà donné dans ce Recueil plusieurs intéressants appareils, a pris un brevet, le 14 décembre 1861, pour une machine à laver portative, à niveau d'eau constant, pour fils de coton, de lin, de soie, applicables aussi sur les cours d'eau à niveau variable.

Le caractère distinctif de cette machine, composée, comme dans la machine de M. Rickli, d'une longue traverse mobile munie de chaque côté de rouleaux ou bobines destinées à recevoir les écheveaux, est déterminé :

1° Par l'adoption, dans le cas d'une machine portative, d'une cuve à fond incliné, construite en bois ou en métal, contenant une certaine quantité d'eau, remplaçant les cours d'eau naturels, et l'agencement sur ladite cuve, de tout le système mécanique, pour en former un tout occupant peu de place dans les ateliers, et susceptible d'être déplacée à volonté et à peu de frais.

2° Par le mode de transformation de mouvement circulaire continu, à course variable au moyen d'une manivelle à coulisse, en mouvement alternatif à la traverse qui porte les bobines, en prenant le point d'attache de la bielle à l'extrémité opposée de la traverse qui porte les bobines.

3° Par l'accomplissement du mouvement circulaire continu aux bobines, au moyen d'une corde sans fin, et aussi de la commande de cette corde par une vis et une roue hélicoïde recevant le mouvement directement de l'arbre à manivelle.

4° Par l'adoption d'un compartiment spécial à l'extrémité la plus élevée du fond de la cuve destiné à recevoir l'eau d'alimentation, et de deux vannes régulatrices à l'extrémité opposée pour l'évacuation de l'eau.

5° Par l'application directe d'un moteur à vapeur à ladite machine.

6° Par des dispositions qui permettent de placer également ces machines sur des cours d'eau naturels, à niveau constant ou variable, en modifiant dans ce dernier cas le système de suspension, et rendant solidaire de ce système la commande des bobines elle-même, qui est forcée de suivre le mouvement ascendant ou descendant de la traverse de suspension desdites bobines, mouvement qui est obtenu par l'emploi de deux crémaillères contremandées par deux pignons fixés sur un même arbre, et soumis à l'action d'une roue, laquelle peut être actionnée ou arrêtée à volonté, au moyen d'un rochet et d'un fort cliquet. La commande elle-même, dépendante de la traverse de suspension, est forcée de suivre le mouvement ascendant ou descendant; les paliers qui la supportent étant, bien entendu, desserrés, ceux-ci se fixent ensuite solidement aux coulisses du grand bâti lorsque la position de la traverse de suspension est arrêtée.

M. A. Leclerq a pris un brevet en Belgique, le 11 mars 1862, pour une machine à laver le lin, le coton, la laine, etc., composée de deux bacs auxquels est fixé un bâti qui reçoit les quatre paliers de deux cylindres disposés parallèlement au-dessus des bacs. L'un des cylindres commande le second au moyen d'un pignon intermédiaire. Un troisième cylindre en métal s'applique sur les deux premiers, et entre eux, de façon à exercer sur chacun une certaine pression et à être entraîné par adhérence dans leur mouvement de rotation. L'éche-

veau est placé à l'extrémité du troisième cylindre et on l'introduit aussi dans les deux autres, de manière que l'autre bout de l'écheveau descende dans l'eau contenue dans les bacs. L'objet principal de l'invention réside dans l'idée d'avoir établi un bout de cylindre, libre à son extrémité, portant un autre bout de cylindre, également libre, sous lequel il est facile d'introduire un ou plusieurs écheveaux, comme de les en retirer.

MACHINES A LAVER, NETTOYER ET RINCER LES TISSUS AVANT OU APRÈS LA TEINTURE (1). — Après chaque lessive et chaque passage en acide, les pièces sont nettoyées ou dégorgées, c'est-à-dire débarrassées par des lavages à l'eau des matières solubles et insolubles qu'elles peuvent contenir. La fibre textile, en effet, possède, de même que tous les corps poreux, la propriété de retenir dans ses pores les matières qui s'y trouvent; il est donc indispensable, pour en extraire ces dernières, de comprimer plus ou moins et à plusieurs reprises ces pores, qui, se remplissant d'eau dès que la pression est interrompue, finissent par se débarrasser, à la suite d'absorptions et de déplacements successifs, de toutes les matières solubles qu'ils contenaient. Quant aux matières insolubles, c'est par le frottement qui s'établit entre les pièces, aidé de l'action mécanique de l'eau, qu'elles disparaissent.

Des appareils de formes diverses sont employés à cette opération. Les uns réalisent mécaniquement l'effet que produisent les laveuses en battant leur linge; les autres se composent de cylindres entre lesquels les toiles passent et sont comprimées; dans quelques-uns, cette compression s'effectue par la chute régulière des toiles elles-mêmes; dans d'autres, par l'eau qu'on fait tomber avec une force d'impulsion plus ou moins grande sur les tissus.

Nous allons examiner successivement ces appareils connus sous les noms de *plateau-battoir, foulon, machine à rouleaux, clapeau-sauteur, roue à laver* ou *dash-wheel, machines à tubes* ou *wash-stocks, trinquet, clapeau cylindrique à lanières,* appareil qui sont nécessaires à la fois pour le blanchiment, et dans toutes les circonstances où une étoffe, ayant reçu un agent en dissolution ou l'impression de couleurs, a besoin d'être débarrassée de la substance qui ne doit pas y rester adhérente.

Il n'y a pas bien longtemps encore que l'opération du dégraissage de pièces se pratiquait de la manière suivante dans les fabriques en toile peinte : on étalait sur un pont un certain nombre de pièces que des manœuvres, munis de battes en fléaux, battaient vigoureusement pendant que d'autres les retournaient et les aspergeaient d'eau.

On imagina, pour remplacer mécaniquement ce battage à la main, la machine qui porte le nom de *plateau-battoir*. Elle est composée d'un plateau-forme circulaire en bois de chêne fort épais de $3^{m}50$ environ de diamètre monté horizontalement sur un gros arbre, également en bois, placé verticalement. Cet arbre, au moyen d'une roue dentée et d'un pignon à lanterne, est animé d'un mouvement de rotation très-lent. Au-dessus du plateau sont disposés six leviers en bois, sortes de battoirs articulés sur le milieu de leur longueur; leurs extrémités, qui se prolongent en dehors du plateau, sont soulevées par un arbre à cammes qui les abandonnent les unes après les autres de façon à les laisser retomber à

(1) L'exposé de cette catégorie de machines à laver est emprunté au traité théorique et pratique de l'impression des tissus par M. J. Persoz.

tour de rôle par leur propre poids sur les pièces de tissu placées sur le plateau. Une pompe ou un réservoir supérieur amène l'eau sur la plate-forme par des tuyaux placés entre chacune des battes.

Une autre machine à dégorger, appelée *foulon*, qui se rapproche de la précédente par le principe d'action, mais qui en diffère essentiellement par la forme, a été établie il y a longtemps dans les fabriques d'indiennes. Elle est composée d'une auge en bois de chêne dans laquelle on place les pièces à fouler. Au-dessus, relié à un long levier incliné, articulé à son extrémité, se trouve la tête du foulon portant à sa partie inférieure trois dents légèrement cintrées. Près de la tête de ce foulon est monté un arbre en bois sur lequel sont ajustées des cammes destinées à le soulever ; abandonné ensuite, il retombe par son propre poids sur les pièces, les foule en leur imprimant un mouvement rotatoire qui s'effectue dans le sens opposé à celui de la marche de l'arbre.

La *machine à rouleaux* dont on a également fait usage, agit sur les tissus d'une manière analogue, mais elle est d'une disposition toute différente. Au-dessus d'un bac à eau est disposé un rouleau en bois de chêne monté sur bâti; on fait passer sur ce rouleau un certain nombre de pièces, dont chacune liée par les extrémités, forme une toile sans fin. Ces pièces, abandonnées à elles-mêmes, et plongeant en partie dans l'eau, se trouvent naturellement tendues sur le rouleau qui imprime son mouvement, mais en sens inverse, à un petit cylindre de traction placé par derrière et en contact du rouleau. Au-dessus de celui-ci sont montées des battes mobiles dont l'une des extrémités, en forme de marteau cintré, coïncide avec la surface cylindrique de l'arbre, tandis que l'autre aboutit au-dessous d'un autre arbre muni de cammes qui pressent sur les battes, et soulèvent momentanément les marteaux cintrés pour les laisser retomber par leur propre poids sur les pièces en boyaux qui circulent lentement sur l'arbre.

Le *clapeau-sauteur*, employé spécialement pour les étoffes résistantes, est composé de deux rouleaux en bois superposés, de $1^{m}30$ à 2^{m} de longueur et tournant en sens inverse. Le rouleau inférieur est cannelé et pose dans des coussinets fixes, celui supérieur est complétement lisse, et peut s'élever et s'abaisser par l'effet du cylindre cannelé sur lequel il appuie, en glissant dans les rainures pratiquées dans l'épaisseur des deux jumelles formant le bâti. Cette machine est placée au-dessus d'un grand bassin rempli d'eau. Au-dessous du cylindre inférieur est une traverse sur laquelle sont implantées, à égale distance les unes des autres, des chevilles destinées à espacer convenablement les pièces qui, liées les unes à la suite des autres, passent en spirale sur les deux cylindres. Pour tendre convenablement ces pièces, elles passent autour d'un rouleau disposé vers le fond du bassin. Pendant qu'elles se rendent en sortant de l'eau sur le cylindre inférieur, le cylindre supérieur, à chaque soulevée par les cannelures, comprime l'étoffe en retombant et en fait jaillir les impuretés.

Ce système de clapeau est également employé pour les étoffes légères en substituant au rouleau cannelé un rouleau lisse et en augmentant le poids du cylindre supérieur au moyen de leviers et de contre-poids qui agissent sur son axe (1). Une modification, encore apportée à cette machine dans le même but, consiste à appliquer trois paires de cylindres, de 25 à 30 centimètres de longueur seule-

(1) On peut voir un modèle de ce genre de machine au Conservatoire impérial des Arts et Métiers, galerie de filature et de tissage.

ment et autant de diamètre, sur un même bâti, à la suite les uns des autres. Les pièces, au lieu de se mouvoir en spirale entre les cylindres comme dans le premier clapeau, sont engagées entre les deux premiers cylindres où elles sont exprimées; de là elles se rendent dans l'eau en passant sous un cylindre de tension, se relèvent pour se rendre entre la 2e paire de cylindre, rentrent dans l'eau, reviennent entre le 3e et sortent enfin de l'appareil.

Ce mode de lavage a reçu un perfectionnement radical par l'extension même du principe de la multiplication des cylindres, afin d'obtenir un plus long parcours des pièces dans l'eau de lavage. L'appareil, modifié dans ce sens, se compose d'une caisse de 6 à 8 compartiments, de hauteur telle que celui qui est le plus voisin du réservoir soit le plus élevé et déverse son eau dans le second, celui-ci dans le troisième et ainsi de suite. En un mot, que ces compartiments remplis d'eau, en se déchargeant l'un dans l'autre, simulent autant de cascades ou chutes d'eau. Dans ces compartiments se meut, attiré dans le sens opposé au courant par le mouvement continu d'un rouleau d'appel, le tissu à laver à la façon d'une toile sans fin; il passe, par conséquent, dans tous ces compartiments, en commençant par celui le plus bas, pour en sortir et, après avoir été exprimé par des rouleaux disposés à cet effet, entrer dans le compartiment supérieur contigu, sortir de celui-ci et continuer son trajet en plongeant dans une eau qu'il salit de moins en moins. On doit comprendre sans peine que ce tissu arrivé au compartiment le plus haut se trouve complétement dépouillé de ses impuretés.

Les *roues à laver* ou *dash-wheel,* consiste en un tambour ou boîte cylindrique en bois monté sur un axe horizontal et mû par un moteur quelconque. Ce tambour est divisé en quatre compartiments ou chambres par des planches percées de trous. L'eau est introduite à l'intérieur par un tuyau qui débouche au centre au moyen de trous pratiqués au moyeu, de telle sorte que quand le cylindre tourne, elle pénètre successivement dans chaque chambre, et sort à la circonférence par d'autres trous qui sont pratiqués à celle-ci. On introduit dans chaque chambre, par des ouvertures ménagées à l'un des fonds du tambour, deux pièces de tissu, et l'on donne ordinairement à la roue 20 à 25 tours par minute. Les étoffes imbibées d'eau s'élèvent et retombent alternativement en vertu de leur propre poids, d'une cloison sur l'autre; une grande partie de l'eau qu'elles contiennent rejaillit par l'effet de cette chute, et s'écoule au dehors tandis qu'elles en reçoivent continuellement de nouvelle. Après un quart d'heure de mouvement, le dégorgeage est terminé. Cette machine est propre aux tissus légers, elle ne les éraille pas comme les autres machines; on a même le soin, pour les étoffes façonnées très-délicates, de les enfermer dans des sacs de grosse toile avant de les mettre dans le *dash-wheel.*

Dans quelques établissements on dégorge les pièces en les faisant passer entre *deux tubes* ayant pour longueur la largeur du tissu, et percés d'une multitude de petits trous d'où jaillissent autant de jets d'eau. La direction de ces jets est telle que les pièces s'élevant entre les tubes dans une position verticale, les filets d'eau effleurent les deux surfaces de la toile obliquement et en sens opposé à son mouvement. On fait usage ordinairement d'un réservoir élevé, afin que l'eau se projette contre la toile avec une force assez considérable.

On emploie aussi quelquefois le *trinquet,* qui n'est rien autre qu'une sorte de tourniquet à quatre branches, monté sur un axe horizontal au-dessus d'un bassin alimenté d'eau courante. On dispose le trinquet de manière à pouvoir lui

imprimer une très-grande vitesse, et on l'entoure de planches destinées tant à préserver les ouvriers de l'atteinte de l'eau qui est projetée, qu'à refouler cette eau contre le tissu, pour activer le nettoyage. Les pièces, nouées en boyaux sans fin, arrivent du bassin sur le tourniquet, de celui-ci dans le bassin, et ainsi de suite durant tout le temps de l'opération.

Le 10 mai 1851 (patente anglaise du 2 novembre 1850), M. Kaselowski de Berlin, s'est fait breveter en France pour un appareil servant à laver les tissus, en trempant, rinçant, battant et pressant successivement et régulièrement, les plis lâches de ces tissus. Cette machine, bien étudiée comme construction (1), est composée d'un tourniquet disposé pour faire mouvoir, d'une façon continue, les pièces de tissu dans un baquet rempli d'eau, exactement comme dans le trinquet précédemment décrit. Dans la machine de M. Kaselowski, directement au-dessus du baquet est monté un prisme hexagonal sur lequel passe le tissu attiré par le tourniquet. A chaque mouvement de celui-ci, le prisme tourne par intermittence d'un sixième de tour; pendant le temps de son repos, un marteau en bois, faisant l'office de battoir vient frapper l'étoffe appuyée sur l'une des faces de l'hexagone. Une autre machine du même inventeur a pour but de laver les tissus suivant leur largeur, en les faisant passer à travers des ouvertures étroites, par lesquelles arrive en même temps un courant d'eau rapide.

Une des machines à laver la plus répandue est le *clapeau à lanières;* il est composé le plus généralement de deux rouleaux en bois montés horizontalement entre deux jumelles en fonte formant le bâti. Le rouleau inférieur, très-gros, a son axe monté dans des paliers fixes, le supérieur, d'un diamètre plus faible, peut monter et descendre dans des rainures ménagées de fonte dans l'épaisseur des jumelles. C'est entre ces deux cylindres que passent les pièces à dégorger. Un peu en avant du gros rouleau, quatre tringles fixées autour d'un axe supportent des lanières en gutta-percha ou en cuir qui, lorsqu'elles tournent à une vitesse de 800 à 1000 révolutions par minute, frappent sur les pièces au moment de leur passage sur le rouleau. Le clapeau est le plus souvent placé sur un plancher au-dessous d'une eau courante ou d'un grand bassin rempli d'eau qui se renouvelle. Une tournette plongée à moitié dans l'eau, sert à tendre les pièces pour qu'elles passent au large dans le liquide qui doit les laver. Une crémaillère sert à monter ou descendre la tournette. Les pièces à dégorger, toutes liées les unes à la suite des autres, forment une toile sans fin, qui repasse continuellement de l'eau sur les cylindres pour y être battue par les lanières. Cette machine fait un fort bon travail et ménage beaucoup plus les toiles que les anciens *clapeaux-sauteurs* (2).

M. Tulpin aîné de Rouen s'est fait breveter, le 9 août 1851, pour une machine à laver les tissus imprimés qui participe de ce genre de clapeau à lanières, quant à l'application de ces dernières, mais les dispositions de la machine diffèrent essentiellement; elle consiste en deux rouleaux en bois placés à une distance horizontale de $1^{m},50$ l'un de l'autre et à une hauteur verticale de $0^{m},80$ environ, de telle sorte que le tissu engagé sur ces deux rouleaux forme une toile sans fin inclinée. Le rouleau inférieur plonge dans une cuve remplie d'eau

(1) Cette machine est donnée dans le vol. XXV des *Brevets d'invention* pris sous le régime de la loi de 1844.

(2) Voyez *le Cours de Chimie élémentaire* de M. J. Girardin, quatrième édition, 1861.

ou dans le cours d'eau au-dessus duquel l'appareil est installé; une tournette à quatre branches est disposée entre les deux rouleaux, environ au milieu, pour secouer les plis du tissu qui passe seize fois en boudin autour des dits rouleaux. Une petite caisse, alimentée constamment, déverse l'eau qu'elle reçoit en mince filet sur le tissu à son passage sur le rouleau supérieur; au-dessous de celui-ci est disposé un cylindre exprimeur maintenu constamment en contact par un contrepoids; il a pour but de compléter l'opération du rinçage commencée par des battes placées au-dessus, et composées de lanières rotatives qui frappent à coups répétés le tissu, pour en extraire les matières colorantes en excès, l'eau sale, ou les matières étrangères qu'il contient.

M. Tulpin, dans une demande de brevet en date du 9 novembre 1853, décrit des perfectionnements apportés dans les arbres porte-lanières en cuir appliqués soit à la machine décrite ci-dessus, soit aux clapeaux, dans le but d'éviter la trop prompte détérioration des lanières. C'est en remplaçant l'assemblage à charnières par des croisillons à quatre ailes tangentes à l'extérieur des douilles desdits croisillons et recourbées par le bout, qu'il est arrivé à une grande économie de lanières et à un fonctionnement plus parfait de cet organe essentiel des machines à laver de ce genre.

Le 12 juin 1856, MM. Dollfus, Mieg et Comp., prirent en France deux brevets, le premier, pour une machine à laver les tissus divers, composée de trois caisses de lavage munies chacune d'une paire de rouleaux dégorgeurs et d'un rouleau tendeur. Les pièces, liées bout à bout, circulent entre ces rouleaux dans les caisses; au-dessus des deux extrêmes sont disposées de longues boîtes verticales dans lesquelles passe le tissu, et qui sont animées d'un mouvement d'oscillation continu destiné à opérer le lavage par l'agitation; le second, pour des perfectionnements aux machines à laver et à dégorger les tissus, consistant en une disposition d'appareils dits *trinquets*, pour lavage continu.

Un brevet a été pris le 18 juin 1856, par M. Holdin, pour perfectionnements aux machines ou appareils propres à opérer le blanchiment, le lavage et la teinture des étoffes ou matières textiles, qui consistent principalement dans l'emploi d'une roue ou tambour d'un grand diamètre percé de trous à sa circonférence et présentant une capacité annulaire pour recevoir les tissus à laver. Cette roue tourne en plongeant dans un cours d'eau, et des dispositions spéciales intérieures à la capacité annulaire permettent à l'eau de s'y introduire et de pénétrer les étoffes qui sont agitées par le mouvement de la roue sur son axe.

Une autre machine, brevetée au bénéfice de M. Parsons, le 31 décembre 1856, diffère de toutes celles décrites précédemment en ce qu'au lieu d'opérer par l'agitation, le battage ou la pression, elle opère par le frottement. Cette machine est composée d'une caisse en bois munie de cloisons verticales fixes, également espacées, dans lesquelles sont pratiquées des ouvertures rectangulaires à bords arrondis, et disposées à la même hauteur, de façon qu'elles se trouvent vis-à-vis l'une de l'autre. Entre ces cloisons, en laissant un jeu convenable, sont placés des cadres en bois montés sur un même châssis, afin de pouvoir être animés simultanément d'un mouvement rectiligne de va-et-vient. Ces cadres ont des ouvertures, semblables à celles des cloisons, pratiquées dans leur épaisseur. Les pièces de tissu sont engagées à la fois dans toutes ces ouvertures, de sorte que, dans le mouvement alternatif de va-et-vient des cadres, ce tissu, attiré par une paire de rouleaux exprimeurs placés en dehors de la

caisse, se trouve frotté, comme le font les lavandières avec leurs mains, entre les bords arrondis des ouvertures des cloisons et celles des cadres.

M. Crawford, de Glasgow, s'est fait breveter en France, le 5 mars 1857, pour un appareil à laver d'une disposition toute spéciale. Que l'on s'imagine une chambre de forme rectangulaire divisée en une série d'étages ou de plateaux superposés, séparés au milieu de leur longueur et inclinés légèrement vers cette séparation, de façon que, si l'on verse du liquide sur ces plateaux, il puisse s'écouler naturellement au centre de l'appareil dans un canal inferieur ménagé à cet effet près du sol. Les côtés latéraux de cette chambre sont fermés par des planches pleines, et les deux bouts extrêmes par des châssis mobiles dans lesquels des rainures sont pratiquées pour l'introduction du tissu, à l'intérieur de la chambre, au-dessus de chacun des plateaux. Des rouleaux, commandés par une série de roues d'angle, sont disposés aux deux bouts devant les châssis mobiles pour guider les pièces; celles-ci sont liées bout à bout pour former une toile continue qui est d'abord engagée sur les premiers rouleaux pour passer au-dessus du plancher inférieur, puis est dirigée sur le second, et ainsi de suite jusqu'au sixième. A chaque étage, deux rangées de tubes placés transversalement, et percés d'une multitude de petits trous, injectent de l'eau sur toute la surface du tissu, qui chemine lentement, secoué par les châssis des extrémités animés d'un mouvement de va-et-vient assez rapide.

Le 2 mai 1857, M. Whittakes s'est fait breveter pour une machine à laver composée simplement d'une cuve à fond incliné dans laquelle sont montés sur axe, pour tourner librement, deux rouleaux autour desquels passent les pièces à laver. L'un des rouleaux est cylindrique et placé à la partie la plus basse de la cuve, dans l'espèce de poche formée par l'inclinaison du fond; l'autre, au contraire, vers le sommet, à la partie la plus élevée; ce dernier est de forme carrée, de façon qu'en tournant il puisse attirer le tissu engagé sur le premier rouleau cylindrique, et comme celui-ci est enroulé en spirale autour des deux rouleaux, il se trouve alternativement tendu et détendu, recevant ainsi des secousses répétées dans l'eau que contient la cuve, et qui aident puissamment à débarrasser ce tissu des matières étrangères qu'il contient.

M. Theunissen a pris un brevet en Belgique, le 23 juillet 1858, pour une machine à rincer la toile, composée de six rouleaux en bois divisés en trois jeux de deux rouleaux, dont deux destinés à rincer la toile et un à en exprimer l'eau. Les rouleaux sont superposés les uns aux autres dans des châssis à coulisses, permettant aux rouleaux supérieurs de se lever et de descendre à volonté, selon que le tissu est plus ou moins volumineux. Les jeux de rouleaux servant au rinçage tournent en sens inverse, et sous chacun d'eux se trouve une planche percée de quatre trous destinée à guider le tissu. On suppose avoir 50 ou 100 pièces de toile attachées bout à bout. On introduit le bout de la dernière pièce entre les premiers rouleaux qui, par leur mouvement de rotation, appellent la toile et la conduisent dans l'eau où elle flotte sans la moindre tension; on place alors le bout de la pièce par le premier trou de la planche à ce destinée, et on l'introduit de nouveau entre les deux rouleaux, et ainsi de suite jusqu'à quatre tours; après quoi, elle passe par-dessus le rouleau supérieur, ou derniers rouleaux, qui, à leur tour, lui donne quatre tours de rinçage comme les deux premiers; après le quatrième tour, elle passe aux rouleaux à exprimer; ceux-ci sont en partie enveloppés d'une corde au moyen de laquelle la pression se fait

d'une manière régulière sur toute la surface de la toile sans en aplatir le grain. On peut avec cette machine laver 100 mètres à l'heure.

M. Rangod, mécanicien à Valence, s'est fait breveter, le 25 novembre 1858, pour une machine dite *dégorgeuse-laveuse* à système continu, applicable au lavage des tissus, foulards, indiennes, etc., sortant de la teinture. Le principe de cette machine repose sur le battage des tissus pendant la course qu'il fait dans l'eau ; elle est composée d'un bac dans lequel circule la pièce qui doit être soumise au dégorgeage, attirée qu'elle est par un système de rouleau et de toile sans fin. Le fond de ce bac est pourvu d'une garniture ondulée présentant une sorte d'enclume plus ou moins résistante à un batteur de forme correspondante, qui occupe une grande partie de la largeur du bac; le double mouvement ascensionnel et descensionnel lui est communiqué pour opérer le battage, au moyen de tringles et de deux leviers articulés actionnés par des manivelles.

Nous citerons pour mémoire le brevet de M. Scheurer-Bott, de Thann, du 22 juillet 1859, pour une machine à laver composée d'un grand nombre de rouleaux obligeant le tissu à passer le même nombre de fois dans le bac de lavage, et destinée spécialement aux étoffes très-épaisses.

Nous arrivons enfin, après cet examen général du genre de machines qui nous occupe, à la machine de MM. Brown et Witz, brevetée en France le 25 mai 1860. Cette machine est représentée sur la planche 22, et nous allons en donner une description détaillée qui permettra sans doute de se rendre compte aisément de la simplicité de ses organes, et des avantages qu'elle peut présenter, dans certains cas, sur les divers appareils destinés au même usage et que nous venons de passer en revue.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A LAVER LES TISSUS DE MM. BROWN ET WITZ.

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 4, PL. 22.

La fig. 1 est une vue de face, en élévation de cette machine, dans le sens de sa longueur.

La fig. 2 en est une vue extérieure du côté droit.

La fig. 3 une section transversale faite par le milieu, et regardée à gauche, du côté des poulies de transmission de mouvement.

Enfin la fig. 4 indique en détail, suivant deux coupes verticales perpendiculaires l'une à l'autre, une disposition modifiée des agitateurs.

L'inspection de ces figures fait reconnaître que la machine se compose essentiellement de deux cylindres ou tambours horizontaux A et B, fonctionnant comme exprimeurs, à la manière des clapots et machines à dégraisser ordinaires (1); puis, d'un système particulier d'agitateur *c*

(1) Dans le XIIe volume de ce recueil, pl. 3, nous avons donné le dessin d'une machine à dégraisser, perfectionnée par M. Legros, dans laquelle les cylindres exprimeurs sont formés de plusieurs anneaux parallèles juxta-posés et reliés ensemble par des boulons.

fonctionnant entre les mâchoires C et C′, et destiné à battre et ouvrir les tissus soumis à l'action de la machine.

Bati et rouleaux exprimeurs. — Deux flasques verticaux en fonte nervé et à jours D et D′ forment le bâti, qui reçoit les axes de tous les organes de la machine; ces flasques sont reliés par trois forts boulons en fer *d*, et par les arbres mêmes de la transmission de mouvement et des deux rouleaux exprimeurs A et B. Ceux-ci sont formés de douves en bois fixées sur deux plateaux extrêmes en fonte, calés sur un arbre en fer. L'arbre du rouleau inférieur A repose dans les coussinets de deux paliers fondus avec les potences *a′* fixées sur le bâti, et celui du rouleau supérieur B dans des paliers qui font partie des leviers *a*, articulés au sommet de ces mêmes potences *a′*. Des contre-poids *b*, suspendus aux longues tringles *b′*, agissent à l'extrémité de ces leviers pour faire appuyer fortement le rouleau exprimeur supérieur sur celui inférieur.

Transmission. — Un mouvement de rotation continu est communiqué à ce dernier au moyen de la roue E commandée par le pignon *e*, claveté à l'extrémité de l'arbre principal de transmission E′; celui-ci est muni au bout opposé des deux poulies P et P′; l'une fixe pour transmettre le mouvement qu'elle reçoit du moteur, l'autre folle pour permettre de l'interrompre à volonté.

A côté de la poulie fixe P est monté un pignon *f*, qui engrène avec une roue F calée à l'extrémité de l'arbre horizontal F′, destiné à transmettre un mouvement de va-et-vient à l'agitateur *c*.

Un mouvement de rotation est encore transmis à un petit rouleau en bois *g*, destiné au transport des pièces soumises au lavage, au moyen des poulies G et G′ (fig. 1 et 2); la première fixée sur l'arbre principal E′, et la seconde sur l'axe même du rouleau, lequel reçoit sa commande dans le sens convenable par une courroie croisée qui embrasse la demi-circonférence des deux poulies.

Agitateur. — Celui-ci est composé simplement de deux tubes en métal *c*, qui s'étendent entre les bâtis, sur toute la longueur de la machine, pour venir s'assembler à l'extrémité inférieure de deux leviers en fonte H et H′, pouvant osciller librement autour d'un boulon *h* fixé extérieurement au bâti.

Cette oscillation est communiquée bien parallèlement aux deux leviers H et H′ à la fois, par les deux petites bielles I et I′, qui reçoivent le mouvement de l'arbre F′ par le plateau *f′* et par la roue même F, dont l'un des bras fait l'office de manivelle. A cet effet, le bras de cette roue et le plateau *f′* sont pourvus d'une rainure dans laquelle est fixé, à une distance plus ou moins éloignée du centre, un bouton de manivelle sur lequel s'attache la tête de la bielle, assemblage qui permet de varier la course, et, par suite, de donner une amplitude facultative à l'agitateur.

Au-dessus et au-dessous de ce dernier sont montés les deux mâ-

choires ou paires de volets en bois C et C', fixés à des pièces en fonte munies d'oreilles, donnant la faculté de les arrêter sur le bâti dans une position plus ou moins écartée en rapport avec l'amplitude du mouvement des agitateurs. Il suffit pour cela de desserrer les boulons c' (fig. 3) qui les retiennent au bâti et de les faire glisser dans les coulisses qui y sont ménagées.

Pour diviser le tissu et guider sa marche, une traverse en bois J, garnie de petites broches également espacées, est placée au-dessus des volets supérieurs.

Installation et fonctionnement de la machine. — La machine ainsi disposée est installée directement au-dessus d'un canal ou d'un réservoir d'eau K, garni d'un plan incliné K', formé de barrettes en bois, d'un tourniquet L et d'une cloison de même matière à claire-voie L', destinée à arrêter autant que possible le mouvement de l'eau dans le réservoir.

Les pièces de tissu que l'on veut soumettre au lavage sont engagées, à l'une des extrémités et entre les rouleaux exprimeurs A et B en x, dans la direction indiquée par les flèches ; elles sortent de ces rouleaux pour descendre sur le petit rouleau g, qui les dirige sur la grille inclinée K', plongeant dans l'eau du réservoir. Là, les pièces s'ouvrent et sont reprises à la base *sans être tendues* par le tourniquet L qui, tournant librement, les conduit verticalement dans la direction des rouleaux exprimeurs.

En suivant cette marche, ces pièces de tissu se trouvent engagées entre les deux tubes de l'agitateur c, qui, animé d'un mouvement de va-et-vient assez rapide, les fait frapper énergiquement contre les parois de droite et de gauche des volets C et C'. Après ce passage entre les volets, et à nouveau entre les rouleaux exprimeurs, les pièces redescendent dans le bain pour remonter ensuite jusqu'à ce qu'elles sortent de la machine au bout opposé à son entrée, en x'.

La course de l'agitateur pouvant être augmentée ou diminuée à volonté, ainsi que l'écartement des volets entre eux, on comprend que l'on peut arriver aisément à régler la puissance d'action de cette machine, et par suite son efficacité, puisqu'elle peut être mise en rapport avec la nature de l'étoffe plus ou moins légère soumise au lavage.

Une disposition qui peut donner des résultats analogues, sans modifier sensiblement la machine, est indiquée fig. 4 ; elle consiste dans la substitution de l'agitateur mobile entre les deux paires de volets fixes, par une sorte de boite en bois C^2, évasée et ouverte en dessus et en dessous ; ses deux extrémités, fermées par des joues fondues avec des tourillons c^2, sont montées dans des paliers sur le bâti, de façon à pouvoir osciller librement sous l'impulsion de la bielle I^2, commandée par le plateau f', lequel est muni d'un bouton de manivelle à course variable, comme dans la disposition précédemment décrite.

Les pièces de tissu engagées dans cette boite, ainsi animées d'un mouvement d'oscillation rapide, se trouvant enserrées par le milieu et

rejetées brusquement tantôt à droite et tantôt à gauche des bords extrêmes, sont frappées de coups répétés à peu près dans les mêmes conditions que dans la première disposition décrite plus haut.

Avantages et rendement. — Le système des machines à laver de MM. Brown et Witz présente, suivant les auteurs, sur les roues à laver actuellement en usage, des avantages très-appréciables qui sont :

1° D'opérer promptement environ sept à huit fois plus vite que les roues à laver, et cela sans nuire au tissu et sans embrouiller les pièces ;

2° De permettre de laver l'étoffe la plus légère, sa tension étant évitée sans le moindre inconvénient;

3° D'effectuer un lavage plus parfait après diverses teintures, la cochenille, entre autres, même sans avoir reçu les passages au son ou en eau chaude, toujours nécessaires après le lavage de la roue.

La simplicité de sa manœuvre fait qu'elle n'exige pour le service qu'un ouvrier et son aide. En une minute on peut faire passer 180 mètres de tissu ; trois ou quatre passages sont plus que suffisants pour faire dégorger les étoffes les plus lourdes et les plus chargées, telles que le garançage.

Enfin, le fonctionnement simple et rapide de cette machine la rend propre au blanchissage et au nettoyage après les lessives de chaux et de colophane, opération qui jusqu'ici était difficile à effectuer mécaniquement et amenait quelquefois des accidents.

MACHINES A LAVER LES LAINES EN SUINT

LES LAINES TEINTES, CELLES QUI PROVIENNENT DES DÉFILOCHAGES, BOUTS, DÉBOURRAGES, ETC.

Dans le tome IV de ce recueil, nous avons décrit avec détails et représenté pl. 12 une machine à laver les laines, inventée par M. Pion, et construite par M. Malteau, d'Elbeuf, et qui figurait à l'Exposition de 1844. Nous avons donné alors un aperçu historique des procédés de lavage mis en usage jusqu'à cette époque; nous allons maintenant reprendre ce sujet et examiner sommairement, avant de décrire un des meilleurs et des plus simples appareils de ce genre, dû à M. Desplas, les diverses machines proposées pour atteindre le même but depuis l'invention de M. Pion jusqu'à ce jour.

En 1845, le 11 juillet, un brevet fut pris par M. Vial pour des machines à laver les laines grasses et autres. Ce n'est qu'à la date du 20 mai 1852 que nous retrouvons une autre demande faite par M. Reber, mécanicien à Halmerspach. Le lavage des laines dans la machine de cet inventeur est effectué dans un bac rempli d'eau, par son passage entre une double rangée de battoirs articulés sur un même axe, animé d'un mouvement rapide d'oscillation.

Dans la même année 1852, le 17 septembre, un brevet fut encore pris par la

société Peterson pour des procédés de lavage et de graissage de la laine surge et de dégraissage de la laine filée.

En 1853, trois brevets furent pris en France, un le 21 septembre par MM. Petrie et Taylor; le deuxième par MM. Maistre, le 1er octobre; le troisième par M. Boucachard, le 26 du même mois.

Dans l'appareil de MM. Petrie et Taylor, l'ouvrier n'a d'autres fonctions à remplir qu'à placer la laine sur une toile sans fin animée d'un mouvement continu, qui porte la laine jusqu'au-dessus du baquet laveur dans lequel elle tombe; la laine est immédiatement refoulée dans le liquide par un plongeur rotatif ou sorte de roue à éventail ayant aussi pour effet de la pousser en avant, sous un cadre oscillant monté horizontalement dans le baquet, et qui, en montant et en descendant, agite la laine dans le liquide. L'opération de remuer ou d'agiter la laine est encore facilitée par l'emploi de deux autres cadres oscillants, armés de dents, qui sont montés et mis en action de telle manière que non-seulement ils agitent et remuent la laine dans l'eau, mais encore la conduisent en avant jusqu'à l'extrémité du baquet, d'où elle est retirée lorsqu'elle a été suffisamment lavée, par un tambour rotatif armé de dents; celui-ci la transporte et la dépose sur un second tablier sans fin, dont le mouvement entraîne la laine en avant, et la fait passer entre une paire de rouleaux qui la compriment fortement pour en expulser toute l'eau; après quoi la laine tombe dans un récipient convenable placé sous les rouleaux exprimeurs (1).

La machine à laver de MM. Maistre, de Villeneuvette, consiste en deux paniers ronds à grillage, placés chacun dans un coursier ou courant d'eau, non à la suite mais à côté l'un de l'autre. Un arbre vertical en fer carré est placé au centre de chaque panier. Au bas de cet arbre est un manchon à croisillon qui porte des baguettes en fer, lesquelles descendent perpendiculairementdans les paniers et y font un tiers de révolution, tantôt à droite, tantôt à gauche, par suite de l'impulsion qu'elles reçoivent d'un mouvement de va-et-vient. Ces baguettes sont à charnières, de manière qu'elles puissent fléchir de 15 à 20 degrés, pour ne pas trop retenir la laine qu'elles sont destinées à battre et à fouetter. Les deux paniers sont fixes, et, tandis que les agitateurs de l'un fonctionnent, les autres sont immobiles, de telle sorte qu'il n'y a pas d'interruption, le chargement et le déchargement s'effectuant alternativement.

M. V. Brosser, à Beauvais, s'est fait breveter le 3 mars 1855, pour une machine à laver, composée d'un panier ou caisse circulaire en métal, percée de trous, destinée à être placée dans une eau courante, et au-dessus de laquelle est monté, dans des paliers, un arbre qui reçoit un mouvement de rotation d'un moteur quelconque au moyen de poulies. Cet arbre, animé d'une vitesse de 80 à 100 tours par minute, est garni d'un agitateur recourbé à ses deux extrémités, afin de frapper la laine par des courbes convexes et de ne pas l'entraîner hors de la caisse qui la contient. Cet agitateur, en forme d'S, n'est pas monté sur le milieu de l'arbre, afin qu'il ne se trouve pas au centre de la caisse, mais au contraire environ au tiers du diamètre, de façon qu'en battant la masse elle engrène pour ainsi dire avec elle pour la faire tourner continuellement dans la caisse. Un couvercle de forme demi-sphérique recouvre la moitié du panier dans lequel se

(1) Le dessin de cette machine est donné dans le vol. XXXII des *Brevets d'invention*, loi de 1844.

meut l'S, afin d'éviter les rejaillissements provenant de la vitesse de rotation. L'autre moitié de la caisse est découverte, et comme aucun appareil en mouvement ne s'y trouve contenu, l'ouvrier peut, sans danger et sans arrêter la machine, introduire de la laine dans le panier ou en retirer.

Le 16 mars 1855, MM. Lieutenant et Peltzer ont pris un brevet en Belgique pour des perfectionnements dans les machines à laver, consistant en une disposition spéciale permettant de placer la machine à toute hauteur dans une eau courante, quel que soit son niveau. A cet effet tout l'appareil, sorte de bac formé de tôles percées, avec cylindres, batteurs et accessoires, est assemblé dans un châssis mobile, lequel peut monter et descendre au moyen d'une poulie motrice et de vis sans fin, et est guidé dans ce mouvement par un châssis fixe. Le jeu de la machine consiste à l'élever hors de l'eau et à la laisser redescendre lorsque, les batteurs ayant tournés quelque temps, l'eau s'y est chargée d'impuretés; par ce moyen, on renouvelle l'eau contenue dans le bac et l'opération marche plus rapidement. Quelques changements aux batteurs ont pour objet d'empêcher tout feutrage de la laine; les baguettes sont recouvertes d'une tôle.

Sous ce titre: « Perfectionnements apportés aux machines à laver et à dégraisser les laines ou autres matières textiles, » M. Séverin-Fagard a pris un brevet en Belgique le 21 juin 1855. La machine constituant l'invention est une cuve destinée à recevoir le liquide et les matières à traiter, et dans laquelle plongent en partie deux roues à palettes qui battent la matière textile, en imprimant au liquide un mouvement de circulation qui, la ramenant continuellement sous les roues, la soumet à l'action du battage des palettes, et facilite ainsi le dégagement des impuretés. Celles-ci tombent au fond de la cuve en passant à travers un double fond perforé, et leurs parties les plus légères se trouvent entraînées vers un tuyau de sortie par un courant formé par la différence des niveaux.

A la date du 5 juin 1856, M. Ortmans-Hauzeur prit un brevet en Belgique, pour des perfectionnements dans les machines à laver, consistant essentiellement dans la disposition d'une double paroi circulaire en tôle recevant l'eau par le milieu, au moyen d'un tube recourbé, ou par l'entrée libre de l'eau de la rivière, lorsque l'appareil est établi sur le cours d'eau même. Des battoirs sont disposés des deux côtés du centre de la cuve; ils frappent l'eau, agitent et ouvrent la laine, et déterminent un courant qui entraîne la matière. L'une des parois extérieures de la cuve est criblée de trous pour laisser évacuer les eaux sales, tandis que l'eau claire entre par le milieu. Des plans inclinés, formés en partie de tôle percée, obligent la laine à remonter à la surface de l'eau pour subir l'action directe des battoirs. Les eaux sales et les matières insolubles détachées de la laine traversent les orifices nombreux dont les plans inclinés sont percés.

M. L.-J. Denis s'est fait breveter en Belgique, le 17 septembre 1856, pour des perfectionnements aux machines à laver qui consistent principalement : 1° à abaisser l'arbre à râteaux ; 2° à augmenter le nombre des râteaux ; 3° à remplacer les ailettes massives par des ailettes perforées qui, donnant passage à l'eau, diminuent la résistance que les ailettes pleines opposent à la force motrice ; 4° à appliquer une claie destinée à sortir la laine, et à établir un conduit circulaire et incliné autour de la machine à rincer, lequel est destiné à recevoir l'eau de décharge qui y arrive par une multitude de petits trous dont le réservoir est perforé.

Le 31 octobre de la même année, M. Richard, à Réthel, a pris un brevet, en France, pour une machine à laver dans laquelle deux mouvements distincts sont

appliqués : l'un vertical de va-et-vient communiqué au panier perforé qui contient la laine, et qui plonge ainsi par intermittence dans l'eau courante ; le second mouvement, beaucoup plus rapide que le premier, est transmis à une série de leviers croisés et articulés qui s'éloignent et se rapprochent simultanément pour frapper les matières engagées entre ces battoirs mécaniques.

Sous ce titre : « Machines à plonger, tremper, laver et rincer, » M. J.-L. Norton a pris un brevet en France, le 31 juillet 1857. L'invention consiste à employer un bâti supportant deux ou un plus grand nombre de battoirs en bois soulevés par un nombre correspondant de bras fixés sur des arbres horizontaux, et une auge, à faux fond, animée d'un mouvement de va-et-vient. Les battoirs tiennent toute la longueur de l'auge, et celle-ci se déplace quand les battoirs sont soulevés. Pour rincer les matières placées dans ladite auge au moyen des battoirs, l'inventeur fait usage d'un cylindre ayant une série de pointes recourbées disposées en spirale sur sa périphérie. Ce cylindre est animé de deux mouvements, l'un de va-et-vient suivant son axe, l'autre plus lent et continu en avant. En dessous est placé un diaphragme percé de trous entourant partiellement un côté du cylindre, dans le but de guider et d'amener en contact intime la laine ou autre matière avec les dents recourbées du cylindre. On peut disposer dans une seule machine une certaine quantité de ces cylindres.

M. J.-N. Grivegnée s'est fait breveter, en Belgique, le 12 août 1857, pour une machine à laver et à rincer dans laquelle la laine, déposée dans un bac à double fond de forme ovale, est entraînée, agitée et soulevée par des râteaux et pressée par des foulons, tandis que le sable passe à travers les trous du premier fond. Un courant d'eau continu et circulaire permet de répéter l'opération aussi longtemps qu'il est nécessaire, selon l'état ou la qualité de la laine.

Le 9 décembre de la même année, MM. Landon et Bréant se sont fait breveter en France, pour une machine à laver et rincer, d'une disposition qui ne rappelle rien des machines précédentes que nous venons d'examiner. Elle est composée de deux axes horizontaux et parallèles placés à une faible distance l'un de l'autre dans un bassin rempli d'eau, de façon à y être à peu près noyés. Ses deux arbres sont pourvus sur toute leur longueur de cammes à surfaces héliçoïdales qui sont disposées pour s'engrener mutuellement. Ces deux arbres, en tournant en sens inverse, conduisent les matières à laver engagées entre les cammes, de l'une des extrémités vers l'extrémité opposée, en les frottant entre les surfaces héliçoïdes desdites cammes.

Dans une demande de brevet faite en France, le 14 juin 1858, et à laquelle il a ajouté quatre certificats d'addition, M. Chaudet, à Paris, décrit plusieurs dispositions applicables aux machines à laver. La principale consiste dans l'emploi d'un panier ovale, à claire-voie, plongé dans un courant d'eau, et divisé au moyen d'une cloison qui ne règne pas complétement sur toute la longueur. Chacun des côtés est muni d'une roue portant dans sa circonférence des traverses mobiles, dans le genre des roues à aubes à mouvements excentriques des bateaux à vapeur. A ces traverses sont fixés des battoirs, frappant et fouettant l'eau dans laquelle sont placées les matières à laver. Les traverses des roues, munies de bâtons laveurs, sont rendues mobiles, suivant la rotation, au moyen d'un double excentrique portant des rayons mobiles assemblés dans sa noix, ledit axe étant placé à une petite distance de l'axe principal et sur son plan horizontal. Les rayons de ce second centre commandent les leviers des traverses mobiles, et

impriment aux bâtons laveurs un mouvement différent des rayons du centre, de façon que ces bâtons ont toujours, en arrivant à la partie inférieure des roues, des positions parallèles et un peu inclinées entre eux, et empêchent ainsi la laine d'être soulevée hors de l'eau, cette laine étant, au contraire, retenue par eux dans leurs mouvements de rotation.

M. Pasquier, à Reims, a pris un brevet en France, le 21 février 1859, pour une machine à laver composée d'un récipient cylindrique monté sur un arbre vertical au moyen d'un croisillon, et muni de trois cônes au centre du fond et d'un cône ferré à la partie supérieure. Les cônes du fond sont garnis de petits tubes superposés qui amènent l'eau et la projettent dans tous les sens de manière à l'agiter fortement. La partie supérieure du récipient cylindrique est percée, au-dessus de sa jonction avec le grand cône supérieur, d'un grand nombre de petits trous, ou formé d'une toile métallique, permettant à l'eau chargée des matières extraites de s'échapper.

M. Plantron fils, à Saint-Pierre-lès-Elbeuf, s'est fait breveter le 11 décembre 1860, pour une machine à laver et à dégraisser, dont le mode d'action repose sur l'introduction de l'air dans l'eau de lavage. La caisse destinée à recevoir les laines est garnie, dans le fond et sur les côtés, de tuyaux percés de nombreuses et petites ouvertures qui refoulent de l'air, tandis que cinq jets d'eau, venant du fond, soulèvent la laine et la maintiennent à la surface de l'eau. Cette laine surnageant sur l'eau, l'air, en passant avec pression à travers pour s'échapper, en touche toutes les fibres et fait tellement agiter l'eau, que les corps gras et savonneux que possède la laine ne peuvent faire autrement que de devenir mousseux et s'échappent en cet état, avec l'eau sale, par un trop-plein ménagé à la partie supérieure de la caisse.

Le 11 janvier 1861, M. Hauzeur-Gérard a pris un brevet en France, pour une machine à laver et à dégraisser les laines. Cette machine se compose d'un bac de forme rectangulaire avec double fond perforé, légèrement arrondi. La laine qu'on y dépose pour être lavée reçoit par deux râteaux, placés au-dessous du bac et marchant dans le même sens, mais chacun à une vitesse différente, une impulsion qui la force à tourner sur elle-même, c'est-à-dire à revenir continuellement et jusqu'à parfait dégraissage à la surface du bain, après avoir circulé dans le fond de la cuve. Le premier râteau sert uniquement à faire décrire à la laine le cercle indiqué ; le second, plus court et marchant plus vite, tout en remplissant les mêmes fonctions, agite plus vivement la matière et la dégage des impuretés qu'elle contient. Un râtelier fixe, placé entre les deux râteaux laveurs, a pour but de régulariser la distribution de la laine pendant sa marche. A l'extrémité de la machine est disposé un râteau de sortie. Ce râteau reste immobile pendant le lavage et n'est mis en mouvement que lorsque la laine est complétement lavée. La base de l'invention repose principalement dans la manière de faire tourner la laine sur elle-même dans un bac carré, ne contenant ni divison ni obstacle.

M. Pech, à Elbeuf, a pris un brevet le 22 novembre 1861, pour une machine à laver à bac allongé, arrondi aux deux bouts, avec cloison longitudinale ouverte aux deux extrémités, permettant la circulation de l'eau autour des parois intérieures. Cette circulation est obtenue conjointement avec le battage de la laine, par deux roues à palettes à mouvements excentriques, dans des conditions à peu près semblables à celles décrites plus haut dans le brevet du 14 juin 1858, délivré à M. Chaudet.

M. Heuze, le 17 décembre 1861, a pris un brevet en Belgique, pour une machine qui se distingue de celles du même genre qui l'ont précédée, par la disposition des râteaux qui, se trouvant placés de chaque côté de la cuve, au lieu d'être tous deux l'un près de l'autre, agissent sur les deux points diamétralement opposés du bain qu'ils doivent mettre en mouvement.

Enfin, le 4 janvier 1862, M. F.-J. Leroy s'est fait breveter en Belgique, pour une machine à laver construite sur le principe d'un appareil destiné au même usage, et pour lequel un brevet lui avait été accordé le 27 septembre 1853. Cette machine se compose de deux bacs, l'un dans lequel se fait le bain pour désuinter la laine en la remuant mécaniquement, l'autre en tout semblable, pour le rinçage. Ces bacs sont garnis de faux fonds en tôle perforée. Deux grands râteaux circulaires à quatre dents sont placés à une petite distance l'un de l'autre; leurs axes se trouvent au niveau du bord, et leurs dents plongent en tournant dans le liquide, pour remuer la laine qu'ils font tourner sur elle-même d'un bout à l'autre du bac. A l'une des extrémités de celui-ci est disposé un peigne à mouvement semi-circulaire qui, lorsqu'on juge le désuintage achevé, puise la laine et la jette hors du bain, sur une table, d'où elle est prise et portée à la machine à rincer. Celle-ci ne diffère de la première que par le moyen de faire sortir la laine du bac; il consiste dans l'application d'une chaîne sans fin à maillons plats garnie de règles en métal sur lesquelles sont fixées des dents. Cette chaîne est placée à l'un des bouts du bac, un peu inclinée contre la paroi; son rouleau de tension inférieur descend jusqu'au fond perforé, et celui supérieur le désaffleure, afin de rejeter les matières extraites par les dents sur une table destinée à les recevoir. Une vanne mobile sépare cette chaîne de la cuve de lavage, pour que la laine ne soit présentée à son action que lorsque son rinçage est achevé.

Dans l'examen par ordre chronologique qui précède des divers systèmes de machines à laver pour lesquelles des demandes de brevet d'invention ont été faites, nous avons omis avec intention celle pour laquelle M. H. Desplas, constructeur-mécanicien à Elbeuf, bien connu pour son système de fouleuse à pression continue (1), s'est fait breveter le 19 juin 1858. Nous allons combler cette lacune en décrivant en détail cette intéressante machine, représentée par les fig. 7 et 8 de la pl. 22; mais avant il nous paraît utile de décrire sommairement son mode de fonctionnement.

Que l'on s'imagine un croisillon horizontal à deux, trois ou quatre branches, armées chacune d'un certain nombre de dents ou broches coniques et verticales placées à des distances inégales du centre. Que l'on suppose encore ce croisillon, formé ainsi de plusieurs peignes ou râteaux, ajusté sur un arbre vertical, de façon à se trouver entraîné dans le mouvement de rotation qui lui est imprimé soit dans un sens soit dans l'autre, et pouvant en même temps glisser sur lui ou marcher avec lui d'une certaine quantité, pour descendre et monter alternativement dans la cuve ou le bassin circulaire qui reçoit le courant d'eau, et qui contient la laine à laver.

(1) Nous avons donné le dessin de cette machine dans le vol. v de ce recueil, pl. 14.

Ainsi ce croisillon à peignes se trouve animé de deux mouvements distincts, l'un rotatif qui n'est pas continu, c'est-à-dire qui, après un certain nombre de tours à gauche, par exemple, se répète ensuite à droite, et l'autre rectiligne, qui est rendu alternatif et, au besoin, intermittent pendant les changements de direction de mouvements rotatifs.

Or, ce double mouvement a pour but, d'une part, de faire pénétrer les dents des peignes dans la masse, et, par suite, de séparer, d'ouvrir celle-ci comme on le fait à la main, et, d'autre part, d'agiter l'eau tantôt dans un sens, tantôt en sens contraire, en produisant des retours brusques, des ressauts, qui présentent des résistances à la laine, la pénètrent, et enfin en opèrent le lavage complet.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A LAVER LES LAINES, DE M. DESPLAS,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 5 A 9 DE LA PL. 22.

En étudiant le travail manuel opéré pour le lavage des laines dans le but d'y substituer un procédé mécanique, M. Desplas est arrivé à combiner un mécanisme aussi simple qu'ingénieux qui non-seulement imite le travail manuel des ouvriers laveurs, mais encore est susceptible d'un grand nombre d'applications sur des machines de divers usages.

A l'aide de ce mécanisme on peut obtenir toute espèce de mouvement de va-et-vient alternatif rectiligne ou circulaire applicable, par exemple : à des machines à raboter, à des calandres, à des presses à satiner, à des mélangeurs, à des moulins à noix, etc.

Le principe sur lequel repose la combinaison de ce mouvement consiste, comme nous l'avons déjà dit, dans la transmission, à un arbre vertical horizontal ou incliné, d'un mouvement de rotation, alternativement dans un sens et dans le sens opposé, et, facultativement, à communiquer à ce même arbre ou à une douille ajustée dessus un mouvement de translation rectiligne de va-et-vient.

Une disposition très-simple pour obtenir le mouvement de rotation alternatif est représentée, de face et de côté, par les fig. 5 et 6.

Principe du mouvement, fig. 5 et 6. — L'exemple choisi est un arbre vertical B, monté dans deux collets b et muni d'un pignon d'angle p, qui engrène à la fois et constamment avec deux roues égales p' et p^2, lesquelles sont ajustées sur l'arbre de couche en fer Q, et qui ne peuvent être rendues solidaires avec cet arbre qu'alternativement.

Dans le moyeu de chacune de ces roues s'engage un manchon d'embrayage r et r', dont les dents angulaires peuvent se mettre en contact avec celles correspondantes du moyeu des roues, et dont la gorge cylindrique est embrassée par la fourchette S. Celle-ci fait partie d'un levier coudé d'équerre T, ayant son centre fixe d'articulation en t, sur la traverse T', qui relie entre eux les deux bâtis en fonte T^2.

Vers une extrémité de l'arbre de couche Q, celle opposée à la poulie motrice P qui reçoit le mouvement du moteur de l'usine, et à côté de laquelle est montée folle la poulie P′ permettant de l'interrompre, est fixé un pignon *b′* qui engrène avec une roue droite B′, dont l'une des faces est taillée en creux suivant deux rainures circulaires et concentriques *c* et *c′*.

Ces rainures sont interrompues sur une portion de leur circonférence et peuvent être successivement fermées par une sorte de clapet *d*, monté libre sur un pivot, et maintenu abaissé par un ressort *i* fixé sur la face même de la roue.

Le bout de la branche verticale du levier T présente un goujon cylindrique qui est engagé dans l'une des rainures de la roue droite B′; il en résulte que, pendant la rotation de cette roue, le goujon et par suite le levier ne bougent pas, puisque les rainures sont, comme l'indique la vue de face fig. 6, tout à fait circulaires et concentriques à l'axe; il s'effectue donc une révolution presque complète sans que le goujon change de place; mais lorsqu'il se trouve en regard de la partie évidée de la rainure *c*, par exemple, qu'il vient de parcourir, il tombe dans ce vide, et rencontre le clapet *d* qui, conjointement avec un petit bossage ménagé à cet endroit à la rainure *c*, le dirige dans la seconde rainure *c′*, pendant que la roue continue son mouvement de rotation.

Après une seconde révolution de celle-ci, il rencontre à nouveau le clapet *d* qu'il soulève, en comprimant le ressort *i* qui le maintient appliqué et le fait reposer du côté opposé, présentant ainsi un plan incliné qui dirige le goujon dans la première rainure.

Ainsi, on voit qu'à la fin de chaque tour de la roue B′, le goujon, et par suite la branche horizontale du grand levier T, changent de place, remontant et descendant alternativement d'une certaine quantité. Il s'ensuit naturellement que la branche verticale se déplace à droite quand le goujon s'élève, puis à gauche lorsqu'il s'abaisse, et *vice versâ*, entrainant par sa fourchette le double manchon *r* et *r′*, qu'il engage tantôt dans les dents du pignon *p′*, tantôt dans celles du pignon p^2. Dans le premier cas, l'arbre Q tourne dans un certain sens, et, dans le second, en sens inverse, entraînant par la roue d'angle *p* l'arbre vertical B.

On comprend donc que, par ce système de roue droite B′ à double rainure circulaire, un croisillon porte-peignes qui pourrait être fixé à l'arbre vertical B pourrait recevoir un mouvement de rotation à droite, par exemple, pendant un certain nombre de tours, puis à gauche pendant un même nombre de tours, lequel est dépendant du rapport qui existe, d'une part, entre le diamètre primitif du pignon *b′* et celui de la roue B′ elle-même, et d'autre part entre le diamètre de la roue d'angle *p* et celui des deux pignons *p′* et p^2, avec lesquels elle engrène.

Pour en faire l'application à une machine à laver, ce mécanisme peut être complété; il suffirait d'ajouter sur l'arbre B une douille munie d'un

peigne agitateur, laquelle douille serait reliée par une traverse à deux bielles qui recevraient un mouvement vertical de va-et-vient au moyen de deux manivelles fixées aux extrémités de l'arbre de couche Q.

MACHINE A LAVER (fig. 7 et 8). — Les deux combinaisons de mouvements inverses sont justement appliquées, avec quelques changements dans l'exécution, à la machine à laver représentée de face, la cuve coupée fig. 7, et vue de côté extérieurement fig. 8.

Cette machine est composée de deux bâtis verticaux en fonte A et A', reliés par une forte traverse de même métal A^2, munie de deux collets *b* qui maintiennent l'arbre vertical B.

Entre ces deux bâtis est placée la cuve cylindrique E, destinée à recevoir les laines à soumettre au lavage, soit en suint ou teintes, soit les laines qui proviennent des défilochages, débourrages, etc. Cette cuve est en cuivre, percée de trous vers sa partie supérieure; elle reçoit l'eau par sa partie inférieure entre le faux fond en bois *e*, qui est percé pour la laisser monter et s'écouler par les trous ménagés tout autour de la cuve. Au centre de celle-ci, sur l'arbre carré B, est ajustée à frottement doux une douille *g*, à laquelle est fixé un croisillon horizontal à quatre branches A^3. L'extrémité de chacune de ces branches est munie d'une traverse en croix *a* (voyez fig. 9), armée de trois fortes dents ou broches *a'* de forme conique et allongée.

Les traverses *a* ne sont pas toutes montées perpendiculairement aux branches A, mais au contraire les unes un peu plus inclinées que les autres, de façon que les dents *a'* puissent se trouver à des distances variables du centre de l'arbre B. Cette disposition a pour but de faire décrire aux dents des cercles concentriques du centre à la circonférence de la cuve, afin qu'il ne se trouve pas de parties dans la masse de laine qu'elle contient qui ne soient rencontrées par l'une ou par l'autre de ces dents.

L'arbre central muni de ce râteau agitateur traverse les deux collets *b* pour recevoir la roue d'angle *p'*, qui engrène avec le pignon semblable *p'* fixé sur l'arbre horizontal Q. Celui-ci est en outre muni de deux contrepoids D, qui font équilibre au râteau, des deux manivelles *f* et *f'*, et enfin du pignon droit *b'*.

Ce pignon engrène avec un secteur denté S monté sur un pivot *s* fixé au bâti, et sur lequel il peut osciller librement; ce mouvement d'oscillation lui est transmis de l'arbre Q' par une manivelle f^2, reliée au secteur par la bielle méplate en fer B'. Cet arbre est actionné directement par l'arbre de couche Q^2, muni des poulies fixe et folle P et P' et du volant régulateur V, au moyen d'un petit pignon *j* qui engrène avec la roue J.

L'arbre Q^2 est supporté d'un bout par un palier qui fait partie d'un appendice venu de fonte avec l'un des bâtis, et du bout opposé par une chaise de même métal J' boulonnée à ce même bâti.

Il résulte de ces combinaisons que, comme dans la machine précédem-

ment décrite avec la roue à deux gorges circulaires concentriques, le mouvement de rotation continu transmis à l'arbre Q^2 est transformé en un mouvement de rotation alternatif en sens inverse communiqué à l'arbre B. En effet, quoique les arbres Q^2 et Q' soient animés d'un mouvement de rotation continu, le dernier Q' ne peut communiquer qu'un mouvement circulaire d'aller et de retour au secteur denté S, parce que le cercle décrit par la manivelle f^2 est d'une aptitude moindre que celui du secteur, dont le centre d'oscillation *s* est placé plus bas, relativement au point d'attache de la bielle B′ qui le réunit à la manivelle.

Le mouvement oscillatoire de va-et-vient du secteur est transmis au pignon *b′*, qui tourne alors tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, et avec lui naturellement les arbres Q et B, ce dernier étant garni du râteau porte-peignes.

En même temps que ce râteau est animé de ce mouvement alternatif, il reçoit aussi, comme il a déjà été dit, un mouvement vertical rectiligne de va-et-vient qui le fait plonger dans la cuve pour que les dents pénètrent dans la laine qu'elle contient, et ensuite se relève pour l'en faire sortir.

A cet effet, les deux manivelles *f* et *f′*, rapportées aux extrémités de l'arbre supérieur Q, reçoivent la tête des bielles K et K′ reliées par leur extrémité inférieure à la traverse horizontale en fer L, embrassant par un collier la douille *g* du râteau.

La laine à laver est jetée dans la cuve E qui reçoit constamment, comme il a été dit, un courant d'eau par sa partie inférieure. Le niveau de cette eau, quand l'appareil est immobile, se trouve environ à la hauteur de la dernière rangée de trous pratiqués à la paroi de cette cuve; mais quand il est en activité, l'eau fortement agitée par les changements brusques des deux mouvements alternatifs combinés, de rotation en sens inverse de montée et de descente du râteau, oblige l'eau à s'élever, et une partie s'échappe par les trous dont la cuve est percée, laissant ainsi s'écouler le trop-plein et retenant la laine soumise au lavage.

Une vanne ou vantelle est appliquée à l'embouchure du bassin pour régler, ouvrir ou fermer l'arrivée de l'eau. Une vantelle semblable E′ est appliquée sur la cuve même pour la sortie de la laine et de l'eau lorsque le lavage est terminé.

CHEMINS DE FER

LOCOMOTIVES POUR FORTES RAMPES

MACHINE ENGERTH PRIMITIVE

ET TRANSFORMATION DE CE TYPE

PAR

M. DESGRANGES, ingénieur,

Directeur du matériel et de la traction des chemins de fer du Sud de l'Autriche.

(PLANCHES 23 ET 24)

Depuis l'introduction des voies ferrées dans les deux mondes, la pensée des ingénieurs et des économistes s'est reportée principalement sur la résolution d'un problème qui intéresse au plus haut degré l'exploitation de ces vastes entreprises, et l'extension même de cet admirable moyen de communication à des contrées qui, par leur configuration topographique, semblaient d'abord ne pouvoir en être que très-difficilement pourvues, si même il ne paraissait complétement impossible de les en doter. Ce problème consistait à créer des *moteurs nouveaux* qui, par leur disposition même et leur puissance réunies, fussent capables d'entraîner des charges dans des conditions suffisamment rémunératrices et de circuler sur des voies aussi accidentées que les pays montagneux en offriraient inévitablement, quels que soient les gigantesques travaux d'art que l'on pourrait exécuter pour améliorer leur viabilité.

Nous avons dit des moteurs, car on ne s'est pas arrêté exclusivement à la locomotive, ce moteur plus spécial des chemins de fer; bien d'autres moyens ont été essayés pour entraîner de grandes charges sur des chemins à forte rampe : c'est ainsi que nous pourrions citer le système atmosphérique, les plans inclinés avec moteur stationnaire, comme celui de Liége, etc. Mais aucun d'eux n'offre ce précieux avantage de la machine locomotive qui accompagne constamment le convoi qu'elle entraine, le fait avancer ou reculer à volonté, lui fait parcourir des distances indéfinies sans plus de construction préalable que l'établissement de la voie.

Il s'agissait donc de perfectionner la classique locomotive de Stéphenson, avec sa voie étroite adoptée depuis l'origine même de l'invention, et si universellement répandue qu'on ne peut guère songer à apporter des modifications dans ses dimensions, car elles devraient s'étendre simultanément à tout un continent, dont toutes les voies ferrées communiquent entre elles aujourd'hui. Le but à atteindre est depuis longtemps découvert par les hommes spéciaux, qui savent fort bien que la puissance d'une machine locomotive réside dans le développement de son appareil vaporisatoire et dans son poids moteur ou adhérent; mais l'exiguïté même de la voie est un obstacle à surmonter, car, faute de largeur, et ne voulant pas l'élever jusqu'à compromettre sa stabilité, la machine devient d'une grande longueur, ce qui fait naitre la difficulté du passage dans les courbes de petit rayon; et c'est justement avec les courbes accentuées que se présentent les rampes les plus intenses, les unes ayant souvent pour objet d'adoucir les autres.

Enfin, les plus importants perfectionnements apportés depuis peu aux locomotives, au point de vue de la puissance de traction, consistent dans ces points principaux : extension du foyer et de la surface de chauffe; augmentation du poids moteur ou adhérent; élasticitité de quelques parties pour favoriser le passage dans les courbes de faible rayon, et modifications générales concourant au but à atteindre.

Depuis longtemps déjà le premier pas était fait par la création du type connu sous le nom de *machines à marchandises* dont le poids total est devenu moteur par l'accouplement de leurs trois paires de roues; mais un jour vint où le poids qu'il est permis de faire supporter à trois essieux ne suffit plus pour gravir des rampes d'une inclinaison jusqu'alors inusitée, en entrainant néanmoins des charges rémunératrices pour le trafic, et de cette époque date l'introduction de nouvelles machines dites *de montagnes* ou *de fortes rampes*, dont le point de départ fut le système Engerth qui fait l'objet principal de cette étude.

Ce n'est pas la première fois que, dans ce même Recueil, nous entretenons nos lecteurs de ce sujet auquel nous l'avons au contraire initié, en décrivant la plupart des types de locomotives en usage, tels que machines à voyageurs, machines mixtes et à marchandises de M. Polonceau, et même une machine-tender dite *de forte rampe*, par M. Petiet; mais la machine Engerth nous fournit l'occasion de montrer un spécimen de ce nouveau système à quatre essieux couplés que l'on voit en circulation sur plusieurs de nos chemins de fer, et qui appartient, quant à celui même que nous décrivons plus loin, à M. Desgranges, ingénieur en chef des lignes autrichiennes du Sud.

Cette locomotive, représentée fig. 7 à 12, pl. 23 et 24, est une machine Engerth transformée dont il ne reste réellement que le corps principal, mais rien du principe. Il faut dire que si le système Engerth a ouvert la voie d'une importante innovation, lui-même n'y a

guère survécu : car, outre les modifications qu'il a subies, dès l'origine, sur diverses lignes où il a été appliqué, il vient d'être ainsi entièrement remplacé dans le propre pays pour lequel il a été créé. C'est néanmoins en commençant par le décrire lui-même que nous ferons mieux comprendre les motifs qui l'ont fait successivement modifier et transformer entièrement.

MACHINE ENGERTH PRIMITIVE.

FIG. 1 A 6, PL. 23 ET 24.

Le chemin de fer qui réunit Trieste à Vienne comprend, dans son tracé, une partie très-connue sous le nom de *Sœmmering*, traversant un pays montagneux et qui présente de longues rampes de 25 millimètres par mètre, ainsi que des courbes dont le rayon descend à 189 mètres. Ces conditions exceptionnelles conduisirent le gouvernement autrichien à ouvrir, en 1851, un concours pour la création d'un type de locomotive capable de franchir de telles rampes en entraînant de lourds convois, sans descendre au-dessous d'une vitesse convenable pour l'exploitation, et de passer dans des courbes aussi prononcées. Ce n'était pas le premier exemple de rampes aussi inclinées à faire gravir par une locomotive, et pour n'en citer qu'un, la ligne ferrée qui joint le Pecq à Saint-Germain, et à laquelle le système atmosphérique a été appliqué, possède une pareille inclinaison et était déjà remontée, avant cette époque, par une machine ordinaire à trois essieux couplés, l'*Antée;* mais cette ligne est droite, et d'ailleurs une machine de ce système, appliquée sur la ligne de Saint-Germain, n'aurait pu suffire pour un service régulier et pour remonter des trains de marchandises importants.

Il n'est pas prudent, en effet, de charger un essieu de plus de 10 à 11 tonnes, et comme, suivant le programme du concours, la machine à construire devait en peser au moins 40, quatre essieux moteurs devaient être nécessaires, et partant, un nouveau système d'accouplement, pour donner à la machine la souplesse exigée dans le passage des courbes à faible rayon.

Un premier concours n'ayant pas amené de résultat satisfaisant, un second fut ouvert et de nouveaux projets présentés. M. W. Engerth, ingénieur des chemins de l'Autriche, fut amené à combiner le fameux système qui porte son nom.

La disposition d'ensemble de la machine Engerth, telle qu'elle a fonctionné pendant plus d'une année sur le Sœmmering, est représentée à l'échelle de 1/80, en élévation extérieure, fig. 1, pl. 23.

La fig. 2 en est une coupe transversale suivant la ligne 1 — 2.

La fig. 3, pl. 24, en est un demi-plan vu en dessus, la chaudière enlevée, et à l'échelle de 1/30.

Voici, d'une manière générale, sur quels principes cette machine a été combinée :

La machine et son tender ont été rendus solidaires, et on a fait participer leur poids total à l'adhérence en faisant reposer la partie du foyer sur le châssis du tender, lequel s'assemble *par articulation* avec celui de la machine, et dont le premier essieu, étant placé en avant du foyer, est connexé avec ceux de la machine au moyen d'un système d'engrenages; les deux essieux du tender, entre lesquels le foyer se trouve alors, étant pareillement connexés par des bielles, pas la moindre partie de cette énorme masse n'est soustraite à la puissance d'adhérence, et, par la grande distance des essieux, le corps de la chaudière, ainsi que le foyer, a pu acquérir un développement en rapport avec cette organisation du poids moteur; enfin, ce développement total n'est pas un obstacle au passage des courbes, puisque l'ensemble est articulé au point de connexion des deux séries d'essieux de la machine et du tender.

Tels sont les points caractéristiques de cette construction, sur laquelle nous allons entrer dans quelques détails qui permettront sans doute de la parfaitement comprendre.

La locomotive se compose de deux parties : le train d'avant, formé par la réunion de trois essieux A, A^1, A^2, fig. 3, dont les coussinets sont assemblés dans les bâtis B, réunis à la boîte à feu par des pièces à coulisses *a*. Les bâtis B portent la chaudière par les supports C, fig. 2, formant corps avec elle. A ces bâtis se réunissent aussi les pièces qui composent le mécanisme proprement dit, de sorte que la chaudière, son foyer, sa boîte à fumée, les bâches à eau, les organes moteurs, etc., forment un tout complet qui suit entièrement la direction que lui donnent les six roues d'avant, et qui subit, dans le passage des courbes, les mêmes changements de position, relativement à l'axe de la voie.

L'autre partie se compose des deux essieux A^3, A^4, réunis au bâti B′, formant train d'arrière, complétement indépendant de celui d'avant, quant à son déplacement par rapport à l'axe de la voie, mais qui subit son influence sous le rapport du déplacement général.

Il est à remarquer que les longerons du train d'arrière sont composés de deux tôles *b* et *b′*, réunies par des entretoises continues, en fer ondulé, mais laissant un espace libre pour y loger les ressorts de suspension et les boites à graisse. De plus, ces longerons B′ sont reliés solidement entre eux par la traverse d'arrière D, en bois de chêne, et par les entretoises en fer forgé E, E′ et E^2, ces deux dernières formant une espèce de cadre dans lequel se trouve placée la boîte à feu.

On voit que cet important organe n'est fixé à aucune pièce du train d'arrière, et qu'il peut, au contraire, se mouvoir librement entre les traverses E′ et E^2 et les longerons B′, suivant les sinuosités de la voie.

Les trains d'avant et d'arrière sont liés entre eux au moyen d'une articulation qui, tout en opérant leur réunion, permet cependant à celui d'arrière de se comporter comme une seconde machine qui y serait simplement attachée, mais dont l'axe pourrait se déplacer par rap-

port à celui de la première, suivant le rayon des courbes à franchir.

Le pivot F, fig. 2, pl. 23, et fig. 3, pl. 24, est une pièce d'acier, renflée en son milieu et présentant des dimensions capables de supporter tout l'effort de traction. Le pivot repose par un épaulement ménagé à sa partie inférieure, sur un fort croisillon G à quatre branches, en fer forgé, et réuni aux longerons B du train d'avant. Un second croisillon G′, également en fer forgé, fixé aux traverses *g*, *g′*, réunies aux longerons B, supporte la partie supérieure du pivot qui le dépasse de la quantité nécessaire, afin de parer aux soubresauts qui se produisent souvent pendant la marche.

Dans l'espace resté libre entre les deux croisillons G et G′, et sur la partie sphérique du pivot, est assemblé, au moyen de coussinets en acier, un troisième croisillon G^2 dont les branches sont fixées aux traverses E^2 et E^3 du train d'arrière.

De cette manière, au passage des courbes, la machine se trouve assise sur la voie, suivant deux axes : l'un partant de l'extrême avant jusqu'à l'extrémité de la plate-forme du mécanicien ; le second, depuis la traverse E^3 jusqu'à l'extrême arrière du second train. La forme sphérique du pivot permet aisément aux deux trains de prendre toutes les inclinaisons désirables suivant la configuration de la voie.

Nous avons dit précédemment que le train d'arrière supporte une partie du poids de la boîte à feu, et comme cette dernière doit en être tout à fait indépendante, il importe que leur assemblage ne soit pas rigide; ce qui fait que l'on a dû se contenter d'un simple contact.

La fig. 4, pl. 23, représente cet assemblage. Aux parois latérales de la boîte à feu, sont boulonnées solidement deux fortes pièces en fer forgé H, H′, pliées en équerre et réunies ensemble par leur saillie *h*. Un pivot en acier I, de forme sphérique, est fixé, par sa partie supérieure, sous la saillie *h*, au moyen de boulons qui réunissent les trois épaisseurs.

Sur les longerons B′ du train d'arrière est fixé, par l'intermédiaire de fortes cornières, une espèce de plate-forme à rebords en fer cémenté I′, sur laquelle repose un grain d'acier *i* qui reçoit la partie sphérique du pivot I. Un espace libre est ménagé autour du grain *i* pour lui permettre de se déplacer sur la plate-forme I′, suivant les inclinaisons que prend l'axe de l'avant-machine par rapport à celui du train arrière.

De cette façon, tout le poids de la boîte à feu, qui se trouve en porte-à-faux de la 3ᵉ paire de roues, se trouve réparti sur les quatre roues de l'arrière, sans apporter d'obstacles au mouvement de rotation autour du pivot central F, puisque la répartition du poids entre les deux trains ne s'opère que par simple contact. Pour utiliser le pouvoir adhérent du train d'arrière, il est nécessaire de rendre moteurs ses deux essieux; l'indépendance à conserver aux deux parties excluant, par cela même, l'emploi de bielles rigides, on eut alors recours à un jeu d'engrenages, représenté en partie par les fig. 5 et 6, pl. 23.

Sur le dernier essieu A^2 du train d'avant de la machine, et en son milieu, est calé un pignon denté J, qui commande un intermédiaire J', lequel à son tour communique le mouvement à un troisième pignon J^2, fixé sur le premier essieu A^3 du train d'arrière. La puissance motrice est communiquée du premier essieu du train d'arrière au second, par des bielles de connexion M, en fer forgé et reliées à des manivelles, également en fer, montées à l'extrémité des essieux A^3 et A^4.

Les pignons d'engrenage sont formés d'un moyeu en fer forgé, dont la circonférence est creusée en forme de couronne intérieure, et dans laquelle s'assemblent trois segments en acier fondu *j*, qui comprennent chacun six dents. Ces segments s'emboîtent parfaitement dans l'espace annulaire des moyeux et sont, de plus, maintenus solidement par des boulons à écrou *j'*, qui assurent à l'assemblage toute la liaison et la sûreté désirables.

Les engrenages d'accouplement sont, en outre, encadrés dans un châssis en fer forgé L, dans lequel on a ménagé des entrées pour les coussinets des essieux A^2 et A^3, ainsi que pour ceux de l'arbre intermédiaire J^3, qui porte l'engrenage J'.

L'essieu A^2 de la machine, ainsi que l'arbre intermédiaire J^3, sont solidaires avec le bâti L, et participent à tous ses mouvements. L'essieu A^3 du train d'arrière est monté dans des paliers *l*, fig. 5 et 6, qui peuvent se mouvoir latéralement avec leurs tourillons, dans la cage où ils sont ajustés, en vertu du jeu qui leur est réservé.

Ainsi dans le passage d'une courbe, l'essieu A^3 prendra une position inclinée par rapport aux autres axes, et les engrenages obéiront sans pour cela cesser leur action l'un sur l'autre.

Lorsque la machine gravit une rampe, il se trouve un moment, à l'entrée, où l'essieu A^2 est plus élevé, d'une certaine quantité, que l'axe du second train ; dans ce cas le châssis L, décrivant un arc de cercle autour du centre de l'essieu A^3, s'élève d'une certaine quantité, et avec lui l'intermédiaire J^3 ; de cette façon les centres des trois engrenages se trouvent dans un même plan, et aucun choc ne devrait avoir lieu.

En définitive, les diverses positions que les engrenages peuvent affecter sont plutôt mathématiques que réelles, et leurs dents sont construites de façon à laisser entre elles un jeu suffisant correspondant au plus grand déplacement possible dans le parallélisme des axes.

Le train d'arrière étant ainsi rendu moteur, et utilisant toute sen adhérence, il convient de pouvoir débrayer les engrenages lorsqu'il n'y a pas nécessité absolue d'employer ce surcroît de puissance. Cette opération s'effectue presque instantanément. Pour cela, l'axe intermédiaire J^3 est muni de collets j^2 suffisamment longs pour lui permettre de se déplacer horizontalement, entraînant avec lui l'engrenage J' qui y est fixé, lequel, par ce mouvement de translation, abandonne les deux autres engrenages J et J^2; de cette façon la communication entre les

deux parties de la machine est interrompue, et le train d'arrière est devenu complétement indépendant. L'arbre J^3 est maintenu dans sa position par un collier à charnière, qui embrasse son diamètre entre le collet du tourillon et le support du châssis L. Son écartement est encore maintenu par deux vis filetées en bout, et s'appuyant sur la paroi intérieure du châssis ou longeron B.

Ces deux points de l'articulation et de la connexion au moyen d'engrenages une fois décrits, il devient inutile d'entrer dans de grands détails relativement aux organes moteurs proprement dits, qui n'ont pas reçus de modifications bien importantes. Il suffira pour cela de se reporter aux précédents articles de ce Recueil qui traitent des locomotives. On reconnaît d'ailleurs que le mécanisme est à cylindres extérieurs, ce qui reporte les bielles motrices et le mouvement des tiroirs en dehors des roues.

Faisons cependant remarquer que les pompes alimentaires N sont placées entre les roues de la machine, qui est également munie d'un petit cheval vapeur o pour alimenter en gare. Ce petit cheval est une machine à trois cylindres o, o', o^2, dont celui du milieu o' fait l'office de corps de pompe ; les deux autres o et o^2, sont les cylindres à vapeur qui impriment, au moyen d'une bielle et d'une manivelle, le mouvement de rotation à un arbre à trois manivelles p, muni d'un volant p'. L'arbre p communique, par l'intermédiaire d'une bielle et d'une manivelle, le mouvement alternatif au piston de la pompe.

En somme, en connexant ainsi le tender avec la machine, on est arrivé au poids énorme de 50 tonnes, ou 50,000 kilog., utilisables par adhérence pour la traction. Si, conformément aux principes reconnus, nous admettons que chaque tonne de poids du convoi complet exige un effort de 5 kilog. pour être remorquée par niveau et à faible vitesse, et que nous ajoutions à cet effort 1 kilog. par tonne et par mill. de pente par mètre, nous reconnaîtrons qu'une Engerth primitive devait entraîner, y compris son poids propre, sur les rampes du Sœmmering, en admettant le coefficient d'adhérence au 1/8 :

$$\frac{50{,}000}{8\,(25+5)} = 208{,}3,$$

soit environ une charge brute de 208 tonnes, et un poids utile de 158 tonnes.

Machine Engerth modifiée par M. Schneider. — Malgré les soins apportés dans la construction des engrenages, qui n'avaient certainement été adoptés que forcément, on ne tarda pas à reconnaître que ces organes ne feraient jamais qu'un mauvais service, et nous verrons plus loin les motifs qui ont amené leur suppression définitive et complète, sur cette même ligne du Sœmmering sur laquelle leur emploi avait été inauguré.

Mais, bien avant l'époque de leur remplacement en Autriche, les che-

mins français ont fait usage des machines qui conservaient, en partie, le principe des Engerth, mais dans lesquelles les engrenages ne furent jamais appliqués.

Sur les chemins du Nord et de l'Est français principalement on a pu voir circuler d'énormes machines, remarquables par leur courte cheminée et leur vaste corps de chaudière revêtu d'une enveloppe de laiton : c'étaient des Engerth construites dans les ateliers du Creusot sous la direction de leur habile ingénieur, M. Schneider.

Ces deux lignes françaises ne présentant aucune partie aussi rapide à franchir que le Sœmmering, on pouvait déjà se passer d'un aussi grand poids adhérent et accepter un entre-axe extrême des essieux fixes un peu plus considérable, c'est-à-dire, en résumé, renoncer à l'accouplement du tender qui conduit à l'emploi d'engrenages dans la machine d'Engerth ; mais, en conservant de cette machine la liaison articulée du tender, on pouvait utiliser ce dernier comme point d'appui d'une partie de la charge du foyer dont on évitait ainsi le porte-à-faux, tout en lui donnant des proportions considérables.

C'est en raisonnant en ce sens que M. Schneider parvint à établir des machines locomotives d'une puissance jusqu'alors inusitée en France, et qui, sans être une reproduction exacte de l'Engerth, en conservaient néanmoins une partie du principe, ce qui fait dire que le système du célèbre ingénieur autrichien, sans avoir été intégralement conservé, n'en a pas moins inauguré l'ère et constitué le point de départ des machines locomotives de grande puissance.

La machine de M. Schneider, Engerth modifiée, est composée en résumé d'un corps principal avec son mécanisme comprenant deux cylindres extérieurs qui actionnent *quatre* essieux accouplés, au lieu de *trois*, dans l'Engerth primitive ; ces essieux étant aussi les seuls rendus moteurs, et insérés tous les quatre entre les cylindres et le foyer, le tender, dont les roues sont en effet complétement indépendantes, a seulement son châssis prolongé suivant deux bras qui embrassent le coffre du foyer, et se relient avec celui de la machine par un châssis articulé, au-dessus du quatrième essieu, lequel est en avant du foyer. Ce dernier organe se trouvant ainsi placé entre les deux longrines prolongées du tender, on a pu l'y appuyer par deux supports sphériques tout à fait semblables à ceux décrits précédemment à l'égard de l'Engerth primitive.

Résumant cette variante du modèle, nous dirons qu'un peu de la facilité pour le passage dans les courbes et une certaine quantité de poids adhérent ont été sacrifiés à l'avantage de la suppression des engrenages, qualités qui n'étaient pas du reste réclamées au même degré pour les chemins français que sur le Sœmmering. La longueur rigide de l'Engerth type, c'est-à-dire l'extrême entre-axe des trois essieux est de 2ᵐ 30, et celui de la machine Schneider égale 3ᵐ 90 ; cet entre-axe n'excède que peu celui de certaines machines à marchandises à trois essieux qui atteint

plus de $3^m 50$, et il est inférieur à celui des machines qui possèdent un essieu indépendant, auquel on peut alors réserver du jeu.

Néanmoins les Engerth françaises sont encore d'une puissance assez respectable, comme il va être facile d'en juger.

Leur surface de chauffe totale atteint 196 mètres carrés, et leur poids adhérent, en ordre de marche (celui qui correspond à la répartition sur les quatre essieux moteurs), n'est pas moins de 40,000 kilogrammes.

Le fait pratique résultant de ces conditions, c'est qu'elles peuvent remorquer des convois chargés de 450 tonnes de poids utile en montant des rampes de 5 mill. par mètre, au maximum, mais, comme on le sait, à faible vitesse.

TRANSFORMATION DE L'ENGERTH PRIMITIVE

Par M. DESGRANGES.

FIG. 7 A 12, PL. 23 A 24.

Nous allons faire connaître maintenant ce que sont devenues les Engerth sur la ligne autrichienne, depuis que l'exploitation en est passée des mains du gouvernement en celles d'une compagnie dont M. Desgranges est l'ingénieur, et auquel est due cette transformation radicale que ce moteur devait enfin subir.

Avant de commencer la description des figures qui représentent la machine de M. Desgranges, d'après les documents que cet éminent praticien a bien voulu nous communiquer, laissons-le raconter lui-même les motifs qui l'ont dirigé, et dont nous empruntons le récit aux *Annales des mines* :

Nous possédons sur le Sœmmering, pour les trains de marchandises, vingt-six machines construites d'après le système Engerth, avec roues motrice de 3 pieds 4 pouces 1/2 de diamètre.

Dans l'origine, ces machines avaient été construites pour accoupler ensemble les cinq essieux, de sorte que le poids de la machine et du tender était utilisé pour l'adhérence. Ce poids était de 56,000 kilogrammes en marche, et correspondait à un poids brut de train de deux cents tonnes par un beau temps. On sait que l'accouplement des essieux de la machine était transmis au premier essieu du tender au moyen d'engrenages, et que le deuxième essieu du tender recevait son mouvement du premier par deux bielles. On sait aussi que ce système dut être abandonné. De nouvelles épreuves furent encore tentées en 1858, mais on y renonça également. Les engrenages construits d'abord en fer, puis en acier, ne purent résister, et se brisèrent après un faible parcours. La consommation du combustible, par rapport à la charge, ne présentait aucun avantage sensible, et quant à la dépense de graissage, elle était huit fois celle des autres machines sans engrenage. Les ruptures se produisaient principalement à la descente. Lorsqu'on serrait les freins du tender, tout l'effort pour caler les trois essieux de la machine était transmis par les engrenages qui ne

pouvaient résister. Les ingénieurs de l'État se décidèrent donc à supprimer les engrenages, en sorte que la machine fut réduite à trois essieux couplés ayant un poids adhérent de 39,250 kilogrammes.

C'est ainsi que ces machines ont fonctionné à partir de 1853, et c'est ainsi que nous les avons trouvées en 1859, lorsque le chemin du Sud de l'Autriche passa sous l'administration de la Compagnie.

Il ne fallut pas longtemps pour reconnaître que des machines établies dans de telles conditions étaient des plus onéreuses pour l'exploitation.

De l'examen des dépenses de ces machines pendant l'année 1858 il ressort que les frais d'entretien par kilomètre ont été de 1 fr. 58 c., alors que la moyenne de toutes les autres machines était de 0 fr. 36. Cette dépense extraordinaire provient de la grande difficulté que présente la réparation la plus simple à faire à la machine ou au tender, dont la séparation est difficile. Il faut dire aussi que l'entretien de la chaudière est fort coûteux.

Il faut, de plus, faire observer que le poids adhérent de 39,250 kilogrammes est obtenu au moyen de l'installation dans les côtés de la machine de deux caisses à eau d'environ 6000 kilogrammes, et que du moment où cette eau est épuisée ou réduite dans une certaine proportion, il en est de même des forces de la machine dont l'adhérence se trouve ainsi réduite avant que la prochaine station d'eau ne soit atteinte.

Enfin, et malgré tous ces inconvénients, la machine à marchandises dont il s'agit ne pouvant remorquer sur le Sœmmering qu'une charge brute de cent trente tonnes environ, alors que celle des trains ordinaires qui arrivent au pied du Sœmmering à Gloggnitz et Mürzzuschlag est de trois cents à trois cent vingt-cinq tonnes, il y a donc toujours lieu de détripler chacun de ces derniers trains pour franchir la montagne. Sans entrer dans le détail de la dépense qui en résulte, on conçoit combien les frais de toute nature doivent être considérables sur cette partie du chemin du Sud.

Frappé de tous ces inconvénients, que ne pouvait compenser le seul avantage de l'articulation de l'arrière-train supportant la boîte à feu et le tender, nous nous sommes décidé à modifier complétement la machine Engerth en la transformant en une machine à quatre essieux moteurs parallèles, avec tender séparé.

Bien que la distance des axes extrêmes fût ainsi de 3m438, nous n'y vîmes pas un inconvénient sérieux, à cause de la faible vitesse des trains.

Du reste, le dernier essieu, celui de derrière, fut rendu mobile par un jeu latéral de 0m02, de façon à faciliter autant que possible le passage des courbes.

De plus, un système d'attelage spécial prenant le point de traction du tender à l'avant de la boîte à feu laisse à la machine toute la liberté de manœuvrer dans les courbes.

Les machines du Sœmmering étaient toutes dans le plus mauvais état et exigeaient de très-importantes réparations. Il fallait remplacer la plupart des boîtes à feu et des tubes, et même une partie des tôles des chaudières. Plusieurs cylindres devaient également être remplacés.

Les frais de réparation pour chaque machine ne s'élevaient pas à moins de 15 à 16,000 florins. C'est à ce dernier chiffre que s'est élevée la réparation de chacune des deux machines nos 610 et 614, mises en état par les ateliers de Vienne, en 1859, sous l'administration de l'État, tout en conservant exactement le même système des trois essieux couplés et du tender combiné et insuffisant.

Évidemment une telle dépense était mal employée, puisqu'en résumé on avait, après comme avant la réparation, une machine offrant les inconvénients et l'impuissance signalés plus haut. Voyons maintenant quelle est la dépense résultant de la réparation et de la transformation de la nouvelle machine.

La première machine (Eichberg), confiée aux ateliers de Neustadt, a donné lieu à une dépense totale de 16,791 florins, y compris le tender.

La dépense de la seconde (Kirchberg), réparée et modifiée par les mêmes ateliers, ne s'est élevée qu'à 14,826 florins, et il y a lieu d'espérer que nous obtiendrons encore quelques réductions pour les machines suivantes.

On voit donc que jusqu'à présent la dépense pour la modification des machines du Sœmmering reste encore au-dessous du prix de la réparation proprement dite des mêmes machines, telle qu'elle a été effectuée dans les ateliers de Vienne aux deux premières machines.

Nos machines ainsi modifiées ressortiront sur notre inventaire aux prix suivants :

1° Estimation des machines sur l'inventaire au moment de la reprise.	12,000 fl.
2° Prix moyen de la réparation et de la modification...........	14,000
Total....................	26,000

soit 65,000 francs.

Les machines ainsi modifiées ont été soumises à l'examen des ingénieurs de l'État qui, après des voyages d'essai faits à 6 milles 1/2 à l'heure, les ont trouvées propres au service du Sœmmering. Le rapport se termine ainsi :

« Le mouvement des deux machines pendant le trajet était tellement sûr et doux, que rien n'empêche leur mise en service public sur toutes les lignes du chemin de fer du Sud d'Autriche. »

Les inconvénients que nous avons signalés ont été supprimés, et les nombreuses expériences que nous avons faites après un service presque continu de quatre à cinq mois ont démontré que la charge brute que l'on peut remorquer sur le Sœmmering, dans la direction la plus difficile, de Gloggnitz à Mürzzuschlag, et par un beau temps, est de 3,500 quintaux, au lieu de 2,600 qui est la charge maximum des machines non modifiées. La marche de la machine dans les courbes du plus petit rayon (189 mètres) a lieu sans difficulté.

La machine dégagée des caisses à eau et avec le tender séparé est beaucoup plus facile à visiter et à séparer, et il y a tout lieu de penser que les frais d'entretien de 1 fr. 58 c. par kilomètre seront considérablement réduits.

La suite nous apprendra si la voie aura plus à souffrir du service de la nouvelle machine que de celui des premières; mais si l'on tient compte de la réduction du poids de la machine et de la meilleure répartition sur les quatre essieux, il paraît hors de doute que l'avantage ne soit du côté de la machine modifiée.

Faisons observer que la moyenne du nombre de rails remplacés sur le Sœmmering, pendant les six dernières années, a été comme suit :

En 1855, 2,6 p. 100; en 1856, 5,2; en 1857, 6,5; en 1858, 7,1; en 1859, 16,4; enfin, en 1860, 27,8. Ce qui donne, en total de six années, 65,6 p. 100.

Voici la comparaison de la répartition de la charge sur les essieux :

GENRE DE MACHINES.	PREMIER essieu avant.	DEUXIÈME essieu.	TROISIÈME essieu.	QUATRIÈME essieu.	TOTAL du poids adhérent.
Ancienne machine en marche.......	13,700	12,500	13,058	»	39,230
Machine modifiée..................	10,750	10,850	11,100	11,000	43,700

On voit combien la charge sur les essieux de l'ancienne machine est excessive et défavorable pour la voie, puisqu'elle s'élève à près de quatorze tonnes pour l'essieu d'avant, et combien sous ce rapport la modification apportée est avantageuse.

Enfin on voit que le poids adhérent de la première machine, dont la charge par essieu est de près de quatorze tonnes, se réduit à 33,000 kilogrammes seulement, tandis que dans la machine modifiée l'adhérence totale ne descend pas au-dessous de 43,700 kilogrammes répartie uniformément sur les quatre essieux.

Ces explications suffisent pour démontrer clairement et pour justifier la modification que nous apportons aux vingt-six machines du Sœmmering.

Avant de nous défaire des engrenages auxquels l'administration de l'État avait renoncé et qui étaient mis au rebut, nous avons voulu nous rendre compte de leur effet.

Une machine a donc été munie des trois roues qui transmettent le mouvement du troisième essieu de la machine au premier essieu du tender.

Des expériences sont actuellement en cours d'exécution ; mais en supposant qu'il y ait avantage sous le rapport du combustible, il ne saurait, en aucune manière, justifier le maintien du système actuel de ces machines.

Les deux raisons principales sont :

Entretien déjà énorme des machines, et qui serait encore augmenté par l'application des engrenages ;

Charge excessive sur les essieux, et par suite prompte destruction de la voie et chance d'accidents les plus graves.

Nous devons mentionner ici que tout récemment une de ces machines a eu un essieu cassé, et qu'une autre a déraillé en pleine marche sans qu'on ait pu en reconnaître la cause.

Les dessins, pl. 23 et 24, complètent les explications de M. Desgranges relativement à cette transformation.

La fig. 7, pl. 23, est une vue de face en élévation de la machine transformée.

La fig. 8 est une portion de plan faisant voir les principales pièces du mécanisme complété en partie par le plan de l'Engerth primitive, fig. 3.

La fig. 9, pl. 24, est une vue de bout, du côté du foyer.

La fig. 10 représente, d'un côté, une section transversale de la boîte à feu ; et, de l'autre, une section semblable faite par l'axe de l'essieu premier moteur.

La fig. 11 représente, de même, par moitiés, une section faite par la boite à fumée, et une vue de bout du côté de l'avant.

Au premier aspect de la fig. 7, il est facile de voir que les bâches d'approvisionnement ont été supprimées, pour être reportées sur un tender spécial, tout à fait indépendant de la machine à laquelle il est simplement relié par un attelage ordinaire.

Sans faire la description détaillée des organes de la machine (organes que nous avons déjà décrits avec détails dans les tomes VIII, XI et XIII de ce Recueil), il est cependant nécessaire d'en dire quelques mots.

Organes moteurs. — En se reportant aux fig. 7 et 8, il est facile de remarquer que l'avant-train de la nouvelle machine est supporté par quatre essieux parallèles A, A′ A^2, A^3, dont les tourillons se meuvent dans des boîtes à graisse que supporte le châssis B.

Les essieux reçoivent leur mouvement de chaque cylindre C au moyen d'une bielle D, et d'un bouton de manivelle E, fixé au moyeu, en fer forgé, de la roue du troisième essieu A^2. Le mouvement est de là transmis aux autres roues par les bielles de connexion D′, articulées entre elles, comme dans les machines à marchandises ordinaires.

Le mécanisme de distribution, placé en dehors de la machine, se compose de deux excentriques F et F′, l'un commandant la marche en avant, l'autre la marche en arrière.

Quoique analogue à ce qui se pratique ordinairement, ce mécanisme offre néanmoins une particularité que nous devons signaler en passant. Au lieu que la coulisse G, à l'aide de laquelle s'opère le changement de marche, soit rattachée au mouvement de *relevage*, elle est suspendue à une courte bielle *g* (fig. 7), oscillante *fixe*, et c'est au contraire la grande bielle J, commandant le tiroir, qui se trouve attaquée par le renvoi du changement de marche, et à laquelle, en lui faisant décrire un déplacement angulaire, on fait occuper successivement diverses positions à son point de relation avec la coulisse.

Mentionnons encore les pompes alimentaires N qui sont commandées par des excentriques spéciaux *f*, montés sur l'arbre moteur, en dedans des longerons.

Chaudière. — La chaudière des machines modifiées n'a subi aucun changement ; la boite à feu située à l'arrière, tout à fait en dehors de la dernière paire de roues, est construite comme à l'ordinaire, et porte les divers appareils de sûreté, tels que soupapes, niveaux, etc., qui doivent être à la portée du mécanicien conducteur.

Le levier de mise en marche I, qui commande le régulateur, est placé sur le côté de la boite à feu ; il est recourbé en équerre pour être manœuvré des deux mains par le mécanicien, qui le conduit ainsi avec la plus grande facilité.

La chaudière proprement dite se compose d'un corps cylindrique en tôle, de 4m650 de long sur un diamètre de 1m350 ; elle est garnie de

189 tubes de 53 millimètres de diamètre, qui communiquent de la boîte à feu à la chambre à fumée pour y conduire les gaz provenant de la combustion, lesquels, dans leur parcours, vaporisent l'eau qui circule autour des tubes.

Sur le dessus de la chaudière se trouve une espèce de cuvette J′ percée d'une ouverture fermée par une soupape, qui se manœuvre à volonté, pour introduire l'eau à l'intérieur de la chaudière, lorsqu'on a été obligé de la vider.

Sur l'avant se trouve le dôme de prise de vapeur K muni de sa soupape de sûreté.

La cheminée L mérite aussi d'être remarquée ; elle se compose d'un corps cylindrique ordinaire, rivé sur la boîte à fumée et enveloppé d'un cône tronqué rivé par sa petite base sur le corps cylindrique.

On emploie cette disposition chaque fois que les machines sont chauffées au bois, au lieu de coke, afin d'empêcher les flammèches de se répandre dans la campagne.

A l'aide du tracé fig. 12, qui représente la partie supérieure de cette cheminée en coupe, on voit que l'enveloppe conique L dépasse d'une certaine quantité en hauteur l'orifice supérieur de la cheminée proprement dite ; environ à 25 centimètres de cette dernière est fixé une espèce de chapeau circulaire L′ occupant le centre de l'appareil, et relié à l'enveloppe conique au moyen de barres en fer l'. La partie inférieure de ce chapeau est garnie de petites lames courbes l^2 qui y sont fixées, et entre lesquelles passent la fumée et les flammèches entraînées par la vapeur d'échappement. Au sortir de ces lames, les flammèches, qui ont perdu une partie de leur force d'ascension par le choc qu'elles ont subi sur le chapeau circulaire, sont projetées sur la paroi de l'enveloppe conique d'où elles tombent à l'intérieur, tandis que la fumée, en raison de son peu de densité, s'échappe dans l'atmosphère. Une petite porte pratiquée à la partie inférieure de l'enveloppe permet de retirer facilement tous les débris carbonisés.

Dimensions principales. — Voici les principales dimensions des machines semblables à celle-ci qui circulent sur le Sœmmering :

Diamètre des cylindres........................	0m475
Course des pistons............................	0m610
Diamètre des roues, toutes motrices.............	1m060
Longueur du corps de la chaudière...............	4m650
Diamètre en hauteur..........................	1m355
Diamètre en largeur..........................	1m290
Épaisseur des tôles...........................	0m015
Nombre de tubes..............................	189
Diamètre extérieur des tubes....................	0m053
Épaisseur extérieure des tubes..................	0m0027

Hauteur totale du foyer	1m591
Largeur totale du foyer	1m275
Profondeur totale du foyer	0m994
Surface de chauffe du foyer	7m.q.80
Surface de chauffe des tubes	146m.q.33
Surface de la grille	1m.q.20
Volume d'eau contenu dans les bâches	6400 lit.
Courses des tiroirs	0m126
Longueur des lumières d'admission et d'échappement	0m316
Largeur de la lumière d'échappement	0m077
Diamètre du tuyau d'admission	0m098
Diamètre du tuyau d'échappement	0m144
Diamètre des pompes alimentaires	0m128
Course des pompes alimentaires	0m140
Diamètre des tourillons de l'axe premier moteur	0m200
Longueur des tourillons de l'axe premier moteur	0m180
Diamètre des tourillons des axes d'avant	0m164
Longueur des tourillons des axes d'avant	0m180
Diamètre du tourillon de l'axe d'arrière	0m164
Longueur du tourillon de l'arrière	0m190
Diamètre de la tige de piston (acier)	0m060
Longueur de la bielle motrice	2m237
Diamètre du bouton de manivelle	0m110
Longueur du bouton de manivelle	0m110
Écartement extérieur des roues	1m660
Écartement intérieur des roues	1m360
Écartement des rails de la voie	1m500
Écartement des essieux extrêmes	3m438
Écartement du premier essieu au deuxième	1m146
Écartement du deuxième essieu au troisième	1m146
Écartement du troisième essieu au quatrième	1m146

Résultat économique de la transformation. — M. Desgranges, dans la note donnée plus haut, faisait ressortir à quelles conditions onéreuses, pour l'exploitation, se soldait le fonctionnement défectueux des machines Engerth, et les avantages qu'il espérait de la transformation commencée, Ces prévisions se sont réalisées, ainsi qu'il résulte des états comparatifs de dépense de la ligne sous les deux régimes, pendant plusieurs années.

CHEMINS DE FER DU SUD DE L'AUTRICHE.

ÉTAT COMPARATIF DES DÉPENSES DE TRACTION DES ANNÉES 1859, 1860 ET 1861.

DÉTAILS des PARCOURS ET DES DÉPENSES.	SOUS l'administration de l'État — 1859.	SOUS L'ADMINISTRATION DE LA COMPAGNIE.				RÉDUCTION DES DÉPENSES de 1861 sur 1859, p. 100.
		Année 1860.	ANNÉE 1861.			
			Premier semestre.	Second semestre.	Année complète.	
	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	
Parcours des trains	4,446,023	3,090,493	2,541,697	3,000,862	5,542,559	
Parcours des machines	5,967,671	1,561,279	2,861,568	3,216,790	6,078,358	
Excédant du parcours des machines sur celui des trains	1,531,648	570,786	319,871	215,928	535,"99	
Soit pour 100	35,12	14,30	12,88	7,19	9,66	
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	
Dépenses totales de traction et d'entretien	13,322,592	7,958,366,92	4,056,031,40	4,149,770,60	8,205,802	
DÉPENSES PAR KILOM. DE TRAIN.						
I. *Locomotives.*	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	
Conduite	0,244	0,254	0,232	0,215	0,223	8
Combustible	1,082	0,828	0,783	0,603	0,685	37
Graissage	0,136	0,077	0,085	0,083	0,083	38
Eau	0,109	0,066	0,037	0,029	0,033	70
Réparations	0,636	0,351	0,226	0,245	0,236	62
Frais généraux	0,098	0,083	0,066	0,054	0,061	37
II. *Voitures et wagons.*						
Réparation des voitures	0,228	0,095	0,035	0,037	0,036	
Réparation des wagons	0,434	0,175	0,073	0,065	0,069	58
Graissage	»	0,042	0,041	0,037	0,038	
Frais généraux	0,049	0,023	0,017	0,014	0,016	38
Total par kilomètre de train.	3,016	1,994	1,695	1,382	1,480	»
Réduction pour 100, en 1859.	»	33,80	47,09	51,44	60,90	50,90

Nous empruntons aux *Annales des mines* le tableau qui précède, dans lesquelles sont mises en regard les dépenses de traction sur le réseau sud de l'Autriche pendant les années 1859, 1860 et 1861. Nous rappelons que c'est en 1860 que la transformation radicale des machines Engerth a été commencée, et c'est aussi à partir de cette même année que l'on voit naitre une très-grande réduction de dépense.

En effet, cette réduction s'élève à 33,80 p. 100 par train, de 1859 à 1860, et parvient à 50,90 p. 100 en 1861. C'est un résultat véritablement remarquable, et cependant on en espère un encore plus favorable, lorsque toutes les machines auront été transformées.

Complétons ces renseignements par quelques détails donnés par M. Desgranges sur le service spécial de la section du Sœmmering, et qui offrent un intérêt particulier en raison de la situation toute exceptionnelle de cette ligne.

La charge des trains sur le Sœmmering est réglée de la manière suivante :

DÉSIGNATION DU GENRE DE MACHINES.	TRAINS de voyageurs à la vitesse de 2 1/2 milles ou 19 kilomètres à l'heure environ.	TRAINS de marchandises ou mixtes à la vitesse de 2 milles ou 15 kilomètres à l'heure.
	tonnes.	tonnes.
Machine à voyageurs....................................	100	115
Machine à marchandises, ancien système, à 6 roues couplées.	115	130
Machine modifiée à 8 roues couplées......................	»	170

Dans la direction de Müzzuschlag vers Gloggnitz et par un beau temps, les charges ci-dessus peuvent être augmentées de 5 tonnes.

Le règlement porte également qu'en cas de mauvais temps, de brouillard, ou de grand froid, les charges indiquées peuvent être réduites jusqu'à 25 p. 100 sur la demande des mécaniciens ou chefs de dépôt.

Il arrive fréquemment que le temps est beau au départ de Gloggnitz, mais qu'il est très-mauvais au fur et à mesure qu'on atteint les régions plus élevées; aussi les chefs de stations ont-ils l'ordre de faire connaître par télégraphe à Gloggnitz et Mürzzuschlag l'état de l'atmosphère, afin qu'on agisse en conséquence pour la charge des trains.

Les trains de marchandises qui parcourent la ligne du sud de Vienne à Trieste sont généralement chargés à 350 tonnes brutes. Ils doivent donc être divisés en trois parties d'environ 117 tonnes pour franchir le Sœmmering avec les anciennes machines, et seulement en deux avec les machines modifiées.

La vitesse des trains sur le Sœmmering, en déduisant les temps d'arrêt, est d'environ 18 à 19 kilomètres pour les trains de voyageurs ordinaires. Les trains de *Cour* marchent seuls à 30 kilomètres environ.

Les trains de marchandises à 15 ou 16 kilomètres.

Le règlement pour le nombre de freins porte :

1° Pour trains de voyageurs, une paire de roues avec freins sur deux ;

2° Pour les trains de marchandises, une paire de roues avec freins sur quatre.

Ainsi, si les freins sont disposés pour agir sur les deux paires de roues d'une voiture, il faut pour les trains de voyageurs que le nombre de voitures à frein soit égal à celui des voitures sans frein.

Pour les trains de marchandises, le nombre des wagons à frein est le quart du nombre total des wagons.

La manœuvre des freins exige de la part du personnel une grande habitude;

car si, d'une part, on ne doit pas enrayer complétement les roues pour éviter de détruire les bandages et les rails, on doit aussi se garder de laisser les sabots serrés longtemps sur les mêmes roues pour prévenir un trop grand échauffement, ce qui aurait le double inconvénient d'ébranler les bandages et de brûler les sabots.

Enfin la sécurité exige que la manœuvre des freins se fasse avec la plus grande prudence. Si la vitesse s'accroît au delà de la limite fixée, on éprouve sur des pentes de 0m 025 des difficultés sérieuses pour la ramener à cette limite, et il faut dans ce cas que le mécanicien vienne en aide aux garde-freins en faisant contre-vapeur.

NOTES SUR DES LOCOMOTIVES DE DIVERS SYSTÈME.

Avant de clore cet article, nous croyons utile de dire quelques mots de plusieurs locomotives nouvelles, dont la plupart sont aussi créées pour la traction en forte rampe ; l'une d'elles cependant diffère de ce principe, mais nous la citerons néanmoins, pour l'intérêt d'actualité qu'elle présente, puisqu'elle figurait aussi cette année à l'Exposition universelle de Londres.

Machine du système Beugniot. — Nous avons décrit avec tous les détails nécessaires, dans *le Traité des moteurs à vapeur*, une machine locomotive construite dans les ateliers de MM. André Kœchlin et Ce, à Mulhouse, d'après le projet étudié par M. Ed. Beugniot, ingénieur de cet important établissement. Cette machine, dont nous désirons rappeler ici le principe, est destinée, conformément à ce programme en quelque sorte à l'ordre du jour, à franchir les fortes rampes et circuler dans les courbes à faible rayon : du reste les deux premières machines construites sur ce type s'appelaient la *Rampe* et la *Courbe*. La ligne pour laquelle elles ont été construites traverse les Apennins et possède des rampes de 25 millim. par mètre et des courbes de 300 mètres de rayon.

L'ensemble de cette machine, qui est très-volumineuse, pourrait presque être défini en disant qu'il constitue une combinaison de l'ancienne Engerth et de sa structure après transformation ; le corps principal est monté sur quatre essieux, tous moteurs, et son vaste foyer repose en partie sur le tender, lequel constitue d'ailleurs un véhicule entièrement séparé.

Mais le point remarquable de ce système est le procédé imaginé par l'auteur pour mobiliser les quatre essieux, malgré leur accouplement, et les faire se prêter aux courbures prononcées de la voie.

Il a adopté, à cet effet, le mode de mobilisation *latérale*, c'est-à-dire que chaque essieu peut, en quelque sorte, se déplacer dans le sens de son axe propre, sans cesser d'être perpendiculaire à celui de la machine et tout en conservant le parallélisme obligé par l'accouplement. Pour régulariser cette fonction, favorisée d'ailleurs par un jeu préalable dans l'ajustement des boîtes, les essieux sont reliés par paire, le premier avec

le deuxième et le troisième avec le quatrième, au moyen de châssis jouant d'après des points fixes comme des balanciers et qui leur communiquent automatiquement les variations, que la première paire de roue entrée en courbe éprouve par l'effet naturel de la pression du rail contre le boudin du bandage.

Quoique les premiers essais de ce système aient été assez favorables pour montrer qu'il serait utilement applicable, certaines complications de détail exigeaient une étude nouvelle, et nous apprenons, qu'après les perfectionnements, inévitables à la suite d'un essai de premier jet, une troisième machine, du système Beugniot, appelée l'*Apennin* vient d'être soumise à des expériences sous la direction de M. Couche, sur la section de Tergnier à Saint-Gobin, et qu'on a pu lui faire passer des courbes de 80 mètres de rayon, *avec la plus grande souplesse.* C'est là un fait très-digne d'intérêt, surtout si l'on note qu'il s'agit d'un mécanisme composé de quatre essieux accouplés, pouvant utiliser par conséquent un poids moteur considérable.

Machines a cinq et six essieux et quatre cylindres, de la Cie du Nord. — La transformation la plus radicale et la plus récente que les machines locomotives aient subie, en vue de l'augmentation de la puissance de traction, est celle imaginée par MM. les ingénieurs de la Compagnie du chemin de fer du Nord français. Il s'agit de machines à voyageurs et à marchandises avec quatre cylindres moteurs, tenders adhérents, les unes ayant cinq essieux et les autres six.

Nous avons, dans *le Traité des moteurs à vapeur* et dans le *Génie Industriel*, donné sur ces machines tous les renseignements qui permettent d'en étudier le principe et la construction; nous désirons cependant en faire ici une mention succincte.

La machine à marchandises est montée sur six essieux accouplés par groupes de trois qui sont actionnés séparément par deux paires de cylindres situées aux deux extrémités du châssis, l'indépendance des deux groupes permettant de réserver la souplesse nécessaire au passage des courbes, malgré le grand entre-axe total.

Cette nouvelle disposition a permis de douer la machine d'une puissance colossale, car elle possède un poids adhérent de 57,600 kilogrammes et une surface de chauffe de 213 mètres carrés, y compris un sécheur dans lequel circule la vapeur avant de parvenir aux cylindres.

La machine à voyageurs est constituée sur des bases analogues; chaque paire de cylindres actionne un essieu moteur placé à chacune des extrémités du cadre, et l'intervalle est occupé par trois essieux portants. Cette machine est ainsi capable de remorquer des trains à grande vitesse plus lourds qu'avec celles dites *à voyageurs* ordinaires, et avec plus de sécurité qu'au moyen des machines *mixtes*, dont l'accouplement de deux des trois essieux se porte difficilement aux grandes vitesses.

Cette machine pèse, en ordre de marche, 48,350 kilogrammes, sur

lesquels 21,400 sont utilisables pour l'adhérence; sa surface de chauffe est d'environ 167 mètres carrés y compris un sécheur, comme la précédente.

MACHINE ALLEMANDE « STEIERDORF. » — Steierdorf, dans le Banat, possède de riches houillères que le gouvernement autrichien a fait mettre en communication avec la ligne du Sud-Est par un chemin de fer allant de Steierdorf à Orawitza. On a fait établir pour cette ligne, qui présente des rampes de 2 cent. par mètre et des courbes de 114 mètres de rayon, une machine locomotive spéciale, qui figurait à l'Exposition de Londres, et dont la disposition rappelle complétement l'Engerth primitive, moins les engrenages auquel une autre disposition a été substituée pour rendre moteurs les essieux du tender.

Le corps principal de la machine, porté sur trois essieux connexés, est en effet rattaché, par une véritable articulation, avec le tender entre les deux essieux duquel le foyer est situé et y trouve aussi deux points d'appui sur contact sphérique.

Les deux essieux du tender étant préalablement connexés par deux bielles, il s'agissait de les relier ensemble avec ceux de la machine, mais en évitant les engrenages dont M. Engerth lui-même, qui s'occupait de cette étude, éclairé par l'expérience du Sœmmering, déclarait le service mauvais.

Déjà, à une autre époque, il avait été proposé par M. Kirchweger, directeur du service des machines du Hanovre, de transmettre le mouvement aux roues du tender au moyen d'un essieu intermédiaire et de bielles d'accouplement, en ménageant aux points d'appui de cet essieu et aux bielles l'élasticité nécessaire pour obéir aux variations à survenir entre les axes des deux véhicules. C'est ce procédé même, repris et étudié avec beaucoup de soin, qui a été appliqué à la machine dont il s'agit actuellement.

Au-dessus du premier essieu du tender, et sur son propre châssis, on a placé un arbre portant des manivelles avec boutons à double portée pour recevoir une première bielle oblique, prenant son mouvement sur le troisième essieu de la machine, et une seconde bielle courte et verticale, qui transmet cette action au premier essieu du tender. Enfin toutes ces articulations sont sphériques, et le résultat cherché est obtenu, comme semblent le prouver des expériences faites avec cette machine, sur un chemin d'essai circulaire, de 95 mètres de rayon.

Ajoutons que cette machine est aussi très-puissante, puisqu'elle est capable d'exercer un effort de traction de plus de 5,000 kilogrammes. Mais, par la nature même du service qu'elle est appelée à faire, elle ne doit pas dépasser une vitesse moyenne d'environ 12 kilomètres à l'heure, bien qu'aux essais elle se soit bien comportée à celle de 22,5.

MACHINES A VOYAGEURS « DUPLEX. » Terminons par une mention succincte sur la machine à quatre cylindres envoyée, ainsi que la précédente, à

l'Exposition de Londres par la grande fabrique de Vienne, placée sous la direction éclairée de M. Haswell.

Cette machine, appelée *Duplex*, est destinée au service à grande vitesse et ne possède qu'un essieu moteur, placé en arrière de deux essieux portants à l'avant du foyer. Mais ce qu'elle présente de caractéristique, ce sont les deux cylindres fondus de la même pièce, montés de chaque côté et à l'extérieur du cadre, qui actionnent simultanément l'unique essieu moteur, dont les extrémités sont munies de manivelles avec les boutons d'un même bout *s'évitant et en ligne droite*.

Le but proposé par l'auteur de cette disposition est d'équilibrer le mouvement du mécanisme sans qu'il soit besoin d'ajouter des contre-poids aux roues motrices. On comprend, en effet, que les deux pistons d'un même côté ayant leurs boutons de manivelle diamétralement opposés, et agissant toujours d'après cela, en sens contraire, les pressions exercées sur l'axe de la roue se font constamment équilibre, l'usure des coussinets est régulière, et la voie est ménagée par le roulement plus doux de la machine.

On voit, d'après cela, combien d'essais sont tentés tous les jours, et par les meilleurs esprits, pour améliorer la traction sur les voies ferrées qui a été déjà l'objet de tant de recherches et pour laquelle la science et la pratique n'ont cependant pas dit leur dernier mot. Beaucoup de moyens sont proposés quelquefois pour concourir au même but, qui est également atteint en effet; mais il reste à se fixer sur celui d'entre eux qui sera définitivement le plus praticable ou le meilleur : c'est le temps et la pratique qui permettent seuls de trouver la solution d'un semblable problème.

Ainsi, voilà dans la machine *Duplex* un procédé très-rationnel pour équilibrer les masses en mouvement et éviter les graves accidents dus aux perturbations causées, au contraire, par le défaut d'équilibre. Mais se propagera-t-il? et ce double mécanisme, pour des machines d'ailleurs toujours délicates et compliquées, ne sera-t-il pas un obstacle à la généralisation de cet ingénieux système?

PRODUCTION DU COTON

ET

MACHINES EMPLOYÉES

POUR

PRÉPARER A LA FILATURE CETTE MATIÈRE TEXTILE

PRODUCTION.

Dans les rapports du jury français sur l'Exposition universelle de Londres en 1862, nous avons lu avec un grand intérêt un remarquable compte rendu de MM. Barral et Jean Dollfus sur la production du coton, ainsi que celui de M. Callon, ingénieur en chef des mines, sur les machines et appareils à préparer les fibres textiles. Les renseignements venant d'une telle source sont d'autant plus précieux qu'ils peuvent être regardés comme étant officiels. Nous croyons donc, surtout en ce moment où cette importante industrie traverse une crise si douloureuse, que l'on nous saura gré de reproduire la partie de ces rapports qui intéressent plus particulièrement les lecteurs de notre *Publication industrielle*.

« La question du coton, devenue tout d'un coup une question vitale pour l'industrie européenne, à la suite de la guerre civile des États-Unis d'Amérique, a préoccupé à un haut degré la section du jury international qui avait mission de juger les matières premières végétales employées dans les manufactures. Le grand nombre des échantillons de coton exposés par les colonies anglaises des Barbades, des îles Bermudes, de Ceylan, des Indes, de la Jamaïque, de Malte, de Natal, de la Nouvelle-Galle du Sud, de la Nouvelle-Zélande, de Queensland, de la Trinité; par l'Algérie et nos colonies de la Guyane, de la Guadeloupe, de la Martinique, de la Nouvelle-Calédonie, même par un de nos départements méridionaux; par la Grèce, par l'Italie, par le Brésil, par le Portugal, par la Russie, par la Turquie, par Haïti, par le Pérou, par l'Uruguay, par le Vénézuéla, devait appeler vivement son attention, lors même qu'il ne se fût pas agi d'un problème où se trouvent engagés aujourd'hui les intérêts du monde civilisé tout entier. Quelques chiffres auront ici plus d'éloquence que des phrases.

« La production du coton brut ou en laine, en 1860, ne s'élevait pas à moins de 2,265 millions de kilogrammes, d'une valeur de 1,600 millions à 2 milliards de francs; elle provenait de la récolte de 20 millions d'hectares, correspondant, à cause de la rotation imposée par la culture de la plante, à 60 millions d'hectares

occupés par les cotonniers. Quant à l'Europe, en 1861, elle a mis en œuvre dans ses manufactures 850 millions de kilogrammes, dont les huit dixièmes venaient d'Amérique, et les deux autres dixièmes des Indes, de l'Égypte, du Brésil, ainsi qu'il suit :

États-Unis	716,000,000 de kilog.
Indes britanniques	92,000,000
Égypte	27,000,000
Brésil	10,000,000
Indes occidentales, autres pays	5,000,000
Total	850,000,000 de kilog.

« Lorsque tout d'un coup, la source principale à laquelle les manufactures européennes s'alimentaient s'est trouvée tarie, on a dû chercher avec anxiété quelles seraient les terres auxquelles on demanderait désormais de produire de grandes masses de matières premières. La Grande-Bretagne surtout a été compromise, car elle avait absorbé à elle seule, en 1861, près des trois quarts de la consommation de l'Europe entière, c'est-à-dire 630 millions de kilogrammes, occupant à leur élaboration une population de 2 millions d'âmes, ou environ la quatorzième partie de la population du Royaume-Uni. Le danger d'avoir fait dépendre de la production d'un seul pays l'existence de tant d'hommes, la fortune de tant de villes, la prospérité même de l'État, est apparu avec tous ses aspects funestes et terribles.

« Dans les autres parties de l'Europe la crise n'est pas aussi violente qu'en Angleterre, quoique bien cruelle encore. Pour la France, voici quelles ont été les quotités du coton brut introduites depuis 1855. (Environ 90 p. 100 de ces quantités proviennent des États-Unis) :

1856	84,230,700 kilog.
1857	73,062,000
1858	79,556,600
1859	81,665,100
1860	123,702,100
1861	123,736,300
1862 (sept premiers mois)	19,034,400

« On ne doit pas compter qu'on se procurera en 1862 le cinquième de la quantité nécessaire pour maintenir ouvertes toutes les usines précédemment occupées à transformer le coton. Ce malheur est irréparable, mais il faudrait songer à l'avenir, prendre des mesures pour que la production du coton se fît avantageusement dans tous les lieux où le sol et le climat le permettent, pour que la culture du cotonnier redevînt habituelle dans un grand nombre de contrées où elle était florissante avant que l'Amérique conquît le privilége de fournir à l'industrie européenne l'aliment que les discordes intestines l'empêchent maintenant de lui donner. A ce point de vue, l'Exposition internationale offre un sujet d'étude de la plus haute importance. Y a-t-il des variétés de coton dont la récolte doit être préférée? Y a-t-il des procédés de culture dont l'efficacité permettra de soutenir la concurrence avec la production de l'Amérique, lorsque cette dernière reprendra toute sa puissance? Telles sont les questions à approfondir.

Expertise faite par le jury. — « Pour pouvoir juger les divers cotons exposés, pour faire sortir de ce jugement quelques conséquences utiles, la section du jury international qui avait cette charge à remplir, a résolu de recourir aux lumières des hommes les plus compétents, et elle a été assistée, à titre d'experts, par de grands manufacturiers de Manchester, de Liverpool et d'Alsace, très-habiles à apprécier les cotons, et parmi lesquels il faut surtout citer M. Bazley, membre du Parlement britannique, et M. Jean Dollfus. Un grand nombre de séances ont été consacrées à la comparaison de tous les cotons exposés par les producteurs de divers pays. Quelques collections, telles que celles faites par la ville de Manchester, dans le but de montrer les qualités respectives des cotons connus dans le commerce, méritaient de fixer l'attention comme donnant de bons termes de comparaison. Mais ce qui importait le plus, c'était de dire aux producteurs eux-mêmes la valeur réelle des matières qu'ils avaient envoyées, afin qu'ils pussent tirer un enseignement fructueux de l'enquête ouverte. Les résultats des appréciations des experts ont été recueillis avec soin; il a paru utile de les reproduire en entier. Mais auparavant il est convenable de donner le rapport de M. Dollfus.

« La culture du coton n'a fait de progrès considérables, depuis un grand nombre d'années déjà, qu'aux États-Unis et dans les Indes orientales anglaises.

« Sur les 4 millions de balles consommées en Europe, en 1860, les autres pays n'ont pas fourni plus de 400,000 balles, dont 200,000 environ récoltées en Égypte et 60 à 80,000 au Brésil. Le reste a été fourni par les royaumes de Naples, l'Algérie, l'Asie Mineure, l'Afrique occidentale, le Mexique et d'autres parties de l'Amérique, mais partout en fort petite quantité.

« La consommation du coton a augmenté si rapidement depuis une dizaine d'années surtout, qu'il a été facile d'en augmenter aussi les prix, la production n'ayant pu que difficilement suffire à la consommation. C'est ainsi que les cotons courte soie des États-Unis qui, en 1849 et 1850, se vendaient encore sur les marchés de l'Europe, dans les prix de 110 à 120 francs les 100 kilogrammes, pour les qualités les plus employées, n'ont pu être obtenus en 1858, 1859 et 1860 au-dessous de 150 à 180 francs les 100 kilogrammes.

« Les prix des cotons longue soie des États-Unis, qui, en 1849 et 1850, n'étaient cotés que de 350 à 500 francs, ne se sont plus vendus dans ces dernières années à moins de 500 à 700 francs les 100 kilogrammes. Tous les autres cotons ont suivi ce mouvement ascensionnel. Cette augmentation de prix sur les 4 millions de balles employées en Europe, met à la charge des consommateurs un excédant de dépenses d'au moins 400 millions de francs par année. Comment expliquer une hausse aussi considérable, alors que d'autres produits du sol, d'une grande consommation aussi, ne se vendent généralement pas à des prix plus élevés aujourd'hui que par le passé? Il est évident qu'on ne peut l'attribuer qu'au peu de concurrence que la culture du coton dans d'autres pays a faite aux cotons des États-Unis.

« Le coton de l'Inde, dont la culture a beaucoup augmenté aussi, n'a jusqu'ici pas pu faire une concurrence bien efficace, parce qu'il a toujours été regardé comme inférieur pour pouvoir être employé pour les filés de grande consommation. Il s'opère, à cet égard, un changement important, par suite du manque de coton des États-Unis. On a fait de grands efforts pour arriver à filer le coton de l'Inde, soit pur, soit mélangé, dans des numéros plus élevés que jusqu'ici, et on

y est arrivé. Un développement plus considérable de la culture du coton de l'Inde permettra donc maintenant une concurrence plus sérieuse pour les cotons des États-Unis que celle qu'ils ont rencontrée jusqu'à présent. Mais il est d'un immense intérêt qu'il soit fait des tentatives dans tous les pays où la culture du coton peut s'opérer dans de bonnes conditions, afin d'arriver à une production plus considérable.

« Nous ne parlerons pas ici des cotons exposés par les pays dont les produits sont suffisamment connus dans le commerce et dans l'industrie, et nous ne mentionnerons spécialement que ceux qui ne sont encore cultivés qu'à titre d'essais, ou qui ne sont encore connus que par un petit nombre de consommateurs.

« L'Algérie a un grand nombre d'exposants; la plupart produisent du coton longue soie, qui peut parfaitement concourir avec les cotons longue soie ou *Sea-Island* des États-Unis, pour les bonnes qualités moyennes les plus employées. Les meilleures qualités ont été exposées par MM. Jules Lescure, à Oran; Mazère, à Dély-Ibrahim; Mme veuve Merlin, à Saint-Denis, Michel, à Castiglione; Millot, au Bou-Roumi; Royer, à la Senia; Joseph Vallier, à Alger; Masquelier fils et Ce, à Saint-Denis; Jacob, à Coleah; Kaczanowk et Thierry, à Bouffarick; Hitier, à la Chiffa; Guyonnet, à Assi-bou-Nif; Gournay, à Bellinzone; Goby, à Barbessa; Gaussen fils, à Oran; Gauran, à Berkadem; Ferré, à Saint-Denis; Estrugo, à Arzac; David Sanzea, à Cherakat; Cordier et Maison, à la Rassauta; Beyer, à Montpensier; Alvado, Auger, à Saint-Denis.

« Tous les cotons exposés par ces planteurs valent aujourd'hui de 5 fr. 50 à 6 fr. 50, et même quelques sortes de 7 à 8 francs le kilogramme. Ceux qui nous ont paru les plus remarquables, sont ceux exposés par MM. Beyer, Gauran, Lescure, Mazère et Royer.

« Parmi les cotons courte soie il y a des espèces très-bonnes, valant les meilleurs cotons de la Nouvelle-Orléans. Ce sont celles exposées par MM. Hardy et Goby. Ces sortes offrent toutefois beaucoup moins d'intérêt que les longues soies, dont la culture doit pouvoir être considérablement développée en Algérie.

« Cette dernière sorte de coton n'a jusqu'ici pu être cultivée qu'aux États-Unis et dans la Géorgie seulement; elle exige des conditions spéciales de climat. Sa consommation augmente considérablement, et en France surtout où la production des tissus fins devient de plus en plus importante; il serait donc fort à désirer de voir cultiver les longues soies sur une plus grande échelle en Algérie. Une production de 10,000 balles par an trouverait un débouché facile, et probablement à des prix aussi élevés que ceux qui ont été pratiqués avant la guerre des États-Unis.

« La Martinique a exposé quelques cotons; ceux de M. Louis de Thoré valent, les uns 2 francs, les autres 3 francs à 3 francs 50 le kilogramme.

« La Guadeloupe en expose davantage, et surtout en longue soie, mais ils sont inférieurs aux cotons d'Algérie et peuvent valoir de 4 à 5 francs.

« La Guyane a aussi quelques cotons courte et longue soie, qui peuvent être assimilés à ceux de la Guadeloupe.

« Les cotons de ces trois colonies seraient d'un emploi très-courant; malheureusement jusqu'ici la culture en est insignifiante.

« L'ancien royaume de Naples expose des cotons; ceux de Castellamare sont, en qualité, à peu près équivalents aux cotons courte soie des États-Unis, et il s'en récolte environ 800,000 kilog. chaque année, soit 4,000 balles de 200 kilog.

« Les cotons de Sicile sont très-courts en soie et valent à peine les cotons de l'Inde. La culture en est, du reste, insignifiante.

« Le Portugal a exposé quelques échantillons de coton provenant de ses colonies, la plupart à assimiler aux cotons de l'Inde, mais dont quelques-uns peuvent rivaliser avec les courtes soies d'Amérique.

« L'Australie a des cotons longue soie magnifiques, aussi beaux que ce que les États-Unis produisent. Les exposants assurent que cette culture pourrait être développée sur un territoire très-considérable. De très-beaux filés en n° 250 anglais, faits avec ces cotons, ont été exposés, et le jury a examiné avec grand intérêt ces premiers spécimens d'une culture qui, malheureusement, n'est encore qu'à titre d'essai, mais qui semble réunir les conditions requises pour une extension rapide. »

Les rapporteurs donnent ensuite le tableau des diverses variétés du coton et les résultats de l'expertise de 391 échantillons différents de coton, et enfin ils résument ainsi lesdites expertises :

« Quand on voit la valeur du même produit agricole varier de 1 à 8 pour les cotons du même pays, et de 1 à 12 pour toutes les sortes soumises à l'expertise, par des causes qu'une étude attentive peut seule faire apercevoir, on ne peut s'empêcher de remarquer combien des notions positives font défaut sur presque toutes les choses de l'agriculture. Ce n'est pas la pratique seule qui pourrait remplacer les données que la science la plus habituée à fouiller dans les secrets de la nature a mille peines à réunir. Il faut de toute nécessité approfondir de telles questions en s'armant de tous les moyens d'investigation que l'homme a su découvrir. L'Exposition de 1862 n'aurait-elle eu pour résultat que de mettre ce fait en évidence, qu'elle aurait déjà rendu un signalé service.

« Les sortes très-communes, telles que les cotons nankins et les cotons courte soie, paraissent devoir être proscrites des cultures européennes et des cultures de l'Algérie et de nos colonies. L'abondance des produits ne peut compenser que rarement, dans tous ces pays, le vil prix de la denrée. Sans doute, les espèces de coton grossières et à bas prix sont nécessaires à l'industrie, on devra continuer à les produire. Mais, dans chaque contrée, le cultivateur, en mettant en balance le rendement moyen multiplié par le prix de vente, avec les dépenses nécessaires en frais de culture, en tenant compte d'ailleurs des débouchés, saura bien trouver le parti le plus avantageux auquel il pourra s'arrêter.

« Quant à des encouragements consistant en achats directs par l'État, ainsi que cela a eu lieu en Algérie, ou bien en primes pour certaines quantités produites, on ne saurait les conseiller maintenant. La crise américaine a déterminé le commerce à donner des primes d'une valeur bien supérieure à celles que le trésor public pourrait proposer, puisque les prix de vente, en moins de dix-huit mois, ont presque triplé, ainsi qu'il résulte de quelques-uns des chiffres consignés dans ce rapport. »

« On a vu que pour les mêmes variétés de coton, pour les cotons Géorgie longue soie, par exemple, le prix normal peut varier de 4 fr. 50 à 11 fr. 50, selon que l'égrenage et le nettoyage avaient été bien ou mal exécutés. Ce résultat doit appeler tout particulièrement l'attention des cultivateurs sur les soins à prendre dans la récolte, et sur le choix des diverses machines à égrener qu'on peut employer, et dont l'Exposition de Londres montre de bons modèles.

« Le mode de culture du cotonnier varie beaucoup, suivant la nature du terrain et la constitution de la plante; mais toutes les variétés, surtout celles qui sont herbacées, ont constamment besoin d'une certaine quantité d'humidité. On peut dire, en thèse générale, que le cultivateur devra être en situation de donner de l'eau aux plantations de cotonniers, lorsque les pluies ne seront pas suffisamment abondantes, ou lorsque le soleil sera trop ardent. Un bon système d'irrigation et des travaux complets de drainage devront assurer le succès.

« Il est de même constant qu'il faut se préparer à fournir des engrais convenables à la terre, qu'une culture soutenue épuiserait très-rapidement, comme il est déjà arrivé aux États-Unis, avant qu'on eût songé à réparer les pertes annuelles des plantations par des engrais salins et azotés. De puissantes raisons économiques viennent donner de la valeur à ces conseils.

« Les colons algériens doivent être vivement engagés à se préoccuper de la culture des sortes précieuses, car l'Inde, où le coton arborescent est commun à l'état natif, leur ferait bientôt une dangereuse concurrence pour les fibres grossières que nos industriels avaient eu le tort de trop négliger jusqu'à ce jour. Les fabricants anglais montrent, il est vrai, pour revenir aux diverses variétés courte soie de l'Inde, et notamment de Surate, la même répugnance qu'ils avaient manifestée à la fin du siècle dernier, lorsqu'il s'est agi de les abandonner. Mais l'emploi des cotons de l'Inde va devenir un fait permanent, et la production des sortes grossières sera considérable. La concurrence ne pourra être soutenue, car d'un côté les variétés des montagnes poussent dans des forêts que jamais le soc de la charrue n'a ouvertes; la peine et le soin pris pour la culture sont nuls, pour ainsi dire, puisqu'il suffit d'abattre les arbres de jungles et de brûler les broussailles pour faire place nette à l'arbuste; d'un autre côté, la main-d'œuvre, dont il faut toujours tenir grand compte en matière de culture du coton, est à bien meilleur marché dans l'Inde qu'elle ne saurait jamais l'être en Algérie.

« Les seuls obstacles qui aient résolûment arrêté jusqu'ici l'exportation de la fibre indienne, c'étaient l'absence de routes et de voies navigables et la privation de moyens d'arrosage. A cet inconvénient vont remédier les travaux de canalisation du Gadavery et la construction du réseau de chemins de fer, tandis que le percement de l'isthme de Suez mettra l'Inde aux portes de l'Europe. On se préoccupe aussi de réparer les magnifiques canaux d'irrigation qui, autrefois, existaient dans l'Inde, et qui donneront une nouvelle activité à la production du coton.

« Mais l'Algérie peut conserver une supériorité réelle dans la production des hautes sortes. Elle doit se mettre en mesure de lutter avantageusement pour celle du coton Géorgie longue soie, lorsque la fin de la guerre civile permettra aux cotons d'Amérique de reparaître régulièrement sur le marché de Liverpool. »

MACHINES DE PRÉPARATION.

« Les opérations préliminaires auxquelles sont soumises les matières premières entraînent, en général, une réduction de poids considérable, par suite de l'élimination d'une grande quantité de matière étrangère à la partie fibreuse, seule susceptible d'être utilisée.

« Aussi y a-t-il convenance à les effectuer autant que possible sur le lieu de production, afin de diminuer les frais de transport; et de là le caractère en quelque sorte primitif, même dans les pays avancés, des appareils habituelle-

ment employés à ces opérations, qui se rattachent plutôt à l'industrie agricole qu'à l'industrie manufacturière. L'Exposition présente cependant plusieurs appareils qui méritent d'attirer l'attention.

« Pour le *coton*, ce sont les appareils à éplucher ou séparer les cosses des fibres, qu'expose la Société fondée à Manchester sous le nom de *Cotton supply association*, et ceux bien supérieurs qui se trouvent compris dans la belle exposition de MM. Platt et Compagnie d'Oldham.

« Les événements d'Amérique donnent un grand intérêt à tout ce qui peut immédiatement amener une diminution de main-d'œuvre dans les manipulations que subit le coton avant de paraitre sur le marché européen. Il en sera d'autant moins difficile aux autres pays producteurs d'arriver à combler, dans une certaine mesure, le déficit que ces événements ont produit sur tous les marchés.

« A ce point de vue, M. Callon examine avec intérêt ces diverses machines, et spécialement celles désignées par le nom de *Double Acting Maccarthy Gin*, qui, sous un volume compacte et dans des conditions de simplicité satisfaisante, sont établies de manière à livrer par semaine de 500 à 600 kilogrammes de coton. Ce coton est d'ailleurs très-bien nettoyé, point fort important pour la filature.

« Il s'agit, en premier lieu, de débarrasser la matière utile des impuretés et de la poussière qui la souillent, et en même temps de l'ouvrir et de lui restituer l'élasticité qu'elle a perdue par la compression prolongée des emballages.

« On y parvient, dans le travail à la main, en exposant la matière à l'air sur des claies, et en la soumettant aux chocs répétés de baguettes longues et flexibles. Les matières étrangères d'un certain poids se dégagent des fibres et tombent à travers la claie; les poussières fines sont entraînées par le courant d'air; la matière utile se gonfle, foissonne et prend l'aspect d'une masse floconneuse, légère et élastique. C'est le procédé encore appliqué exceptionnellement à quelques cotons de qualité supérieure.

« Telles sont les conditions qu'on a cherché à réaliser dans les machines, assez complexes d'ailleurs, qui remplacent aujourd'hui, pour la grande masse des cotons, le travail à la main, et dont les batteurs, plus où moins analogues à ceux qu'établit la maison Platt, peuvent être considérés comme le type le plus adopté. Ces machines combinent l'action d'un battage énergique et rapide avec celle de la gravité et de la force centrifuge, et celle d'un appel d'air déterminé par le jeu d'un ventilateur (1). La première action ouvre la masse, la seconde opère la séparation des corps lourds, la troisième enlève les poussières fines, et sert en même temps à rassembler la matière battue pour pouvoir l'enlever d'une manière continue à l'une des extrémités de la machine, tandis que la matière brute est livrée à l'autre extrémité par le mouvement lent et régulier d'une toile sans fin, sur laquelle on cherche à la disperser d'une manière aussi uniforme que possible.

« Le second objet qu'on se propose est d'achever l'épuration de la matière, d'enlever les corps étrangers et les poussières qui peuvent avoir échappé à l'action des batteurs, ainsi que les boutons et les fibres les plus courtes qui donneraient au fil un aspect duveteux sans ajouter à sa solidité, de faire disparaître, en les dénouant ou en les déchirant, les nœuds et les boucles que forment les filaments, de paralléliser ceux-ci dans une certaine mesure, et quelquefois, enfin, de les classer en plusieurs catégories de longueurs différentes.

(1) Nous avons publié un batteur de ce genre dans le vol. IV de ce Recueil.

« On obtient ces divers résultats, sauf le dernier, par le cardage, et ce dernier lui-même par le peignage.

« On fait intervenir dans le cardage :

« 1° L'action simultanée de dents ou aiguilles métalliques diversement recourbées, fixées d'une part à un tambour principal animé d'un mouvement de rotation rapide, et, d'autre part, soit à des chapeaux fixes, soit à des cylindres mobiles (1);

« 2° La force centrifuge, dont l'action est d'autant plus prononcée qu'elle s'exerce sur des parties plus lourdes, promène incessamment d'une surface travaillante sur l'autre l'ensemble des fibres, et particulièrement les plus chargées de nœuds et de boutons, et loge dans les chapeaux ou sur les cylindres qui tournent lentement, la plus grande partie des matières étrangères les plus lourdes.

« L'effet utile obtenu dépend, toutes choses égales d'ailleurs, de l'étendue et de la vitesse relatives des surfaces travaillantes, ainsi que du soin que l'on apporte au débourrage et à l'aiguisage.

« L'Exposition présente un très-grand nombre de systèmes de cardes. Chaque constructeur, pour ainsi dire, produit le sien, caractérisé par quelques détails spéciaux. Ce que l'on observe de plus général, au milieu de cette variété, c'est une tendance manifeste que nous retrouverons, d'ailleurs, dans la plupart des autres machines, à automatiser le plus possible toutes les fonctions de l'appareil, et à accroître sa puissance de production. Signalons ici :

« *Pour les cardes à coton.* — La carde briseuse de MM. Platt dans laquelle les chapeaux fixes sont remplacés par un système de trois cylindres à petite vitesse, débourrés par le mouvement oscillatoire d'un peigne à profil curviligne, qui recueille et emmagasine les produits de débourrage, que le surveillant vient enlever de temps à autre.

« La carde finisseuse de la même maison, munie de chapeaux qui, au lieu d'être fixes, forment une chaîne sans fin dont les éléments successifs sont débourrés et peuvent même être aiguisés automatiquement à chaque excursion;

« La carde exposée par la maison Dobson e Darlow, dont les chapeaux sont soulevés, débourrés à tour de rôle et remis en place par une combinaison automatique très-simple et très-ingénieuse, qui évite, d'une manière aussi exacte que possible, le travail du débourrage de la main.

« La carde de MM. Hétherington et fils, dans laquelle le même problème est résolu, mais d'une manière qui semble plus compliquée et moins satisfaisante.

« Une autre disposition que nous trouvons sur cette même carde, ainsi que sur celle de MM. Higgins et fils pour débourrer le tambour principal, tout en augmentant les surfaces travaillantes, au moyen d'un cylindre dont la vitesse, variable plusieurs fois par minute par le déplacement latéral d'une courroie sur deux poulies coniques, est tantôt supérieur, tantôt inférieur à celle du tambour. »

(1) Voir les articles consacrés à ces machines dans les vol. v et xiii, et plus loin la description de l'*Épurateur* de M. Risler.

FILATURE DU COTON

MACHINE DE PRÉPARATION

DITE ÉPURATEUR

INVENTÉE

Par M. G.-A. RISLER, de Cernay

ET CONSTRUITE

Par MM. ANDRÉ KOECHLIN ET Cᵉ, à Mulhouse.

(PLANCHE 25)

L'épurateur de M. Risler, dont nous donnons le dessin pl. 25, a pour but de remplacer, dans la préparation du coton, une partie des opérations qui se font par les passages successifs des batteurs, et en même temps tout le travail opéré par les cardes en gros, de manière à former une nappe de coton parfaitement ouverte et épurée, apte à passer directement aux étirages pour les filés en gros numéros, ou bien être livrée aux cardes en fin quand il s'agit de produire des qualités supérieures.

Exposée à Londres en 1851, cette machine, nouvelle alors et n'ayant pas reçu de son auteur les derniers perfectionnements, a obtenu la grande médaille d'honneur; à l'Exposition universelle de 1855, à Paris, la médaille de 1re classe lui était encore décernée, et déjà, vers cette époque, plus de trois cents épurateurs fonctionnaient dans diverses filatures françaises et étrangères.

Ainsi que nous l'avons dit dans une notice publiée vol. IX de ce Recueil (1), l'épurateur de M. Risler modifie l'opération des batteurs et remplace les cardes en gros; il emprunte à chacune de ces machines une partie de leurs éléments constitutifs, tout en diminuant le déchet de la matière traitée d'une manière très-notable; de plus il supprime le débourrage des chapeaux.

(1) Cette machine a fait le sujet d'un rapport favorable à la société industrielle de Mulhouse, par M. H. Ziegler, qui a déclaré qu'elle méritait une distinction spéciale et lui a fait décerner le prix nº 1 (tome XXII du Bulletin). Nous empruntons à cet intéressant rapport quelques-uns des renseignements qui suivent.

La machine qui permet d'obtenir ces résultats est composée d'un tambour de 1ᵐ20 de diamètre, animé d'un mouvement de 250 à 270 tours par minute et recouvert d'une garniture de carde. Cette garniture est interrompue en huit endroits, également distants les uns des autres, pour recevoir des brosses métalliques flexibles dont les extrémités des fils dépassent légèrement la circonférence des plaques de cardes. En arrière, et autour de ce tambour sont disposés quatre paires de cylindres cannelés, avec son fournisseur destiné à amener la nappe provenant d'un simple passage du batteur-étaleur. Au-dessous de chaque paire de cylindres cannelés est adaptée une barrette à section angulaire dans le genre de celles des grillages de batteur. En avant du grand tambour sont placés trois tambours déchargeurs, qui enlèvent le coton dont il s'est chargé.

Des peignes à mouvement alternatif détachent de ces tambours les nappes, qui sont amenées de nouveau en un rouleau sur un réunisseur à bascule.

Il résulte de l'ensemble de ces dispositions que le principe de nettoyage de l'épurateur est, comme celui des batteurs, de séparer et d'éloigner les boutons et les impuretés au moyen de l'action de la force centrifuge; mais au lieu d'opérer par des lames en métal, ce sont les brosses qui, malgré leur souplesse, acquièrent, par leur vitesse, une assez grande énergie pour opérer le nettoyage sans fatiguer le coton.

Pour ouvrir les flocons et séparer d'entre eux les divers filaments, les rendre parallèles et aptes à être laminés, le principe de la carde est conservé; principe qui consiste à ne détacher que peu à peu et pour ainsi dire par filaments isolés, sans les briser, les nappes qui sont délivrées au fur et à mesure par les cylindres alimentaires, et de transporter les filaments sur des tambours peigneurs, où ils sont déchargés et disposés en sens parallèle sous la forme de nappe.

M. H. Ziegler, dans son rapport sur cette machine à la Société de Mulhouse, fait observer que, outre l'application heureuse de brosses métalliques, l'épurateur de M. Risler se distingue encore par deux innovations très-importantes; ce sont, en premier lieu, les alimentations multipliées. On conçoit que l'effet produit par le grand tambour doit être le même en chaque point de la circonférence, et que le résultat obtenu à la fois avec quatre ou cinq alimentations ne doit pas différer beaucoup de celui obtenu pour une seule nappe.

La seconde innovation consiste dans l'application de trois tambours déchargeurs. Par ce moyen, le grand tambour de carde est mieux dégagé, le peignage plus parfait et la nappe plus régulière. Chaque tambour déchargeur produit une nappe de qualité différente, à peu près comme cela a lieu aux cardes à étoupe. Les deux nappes supérieures diffèrent peu, sont propres et régulières, mais celle fournie par le tambour inférieur se compose principalement du duvet et renferme toutes les impuretés qui n'ont pu être expulsées. Dans le cas où l'on tient à

produire des filés de qualité supérieure, cette nappe peut être enroulée séparément et servir pour des filés plus ordinaires.

Dès le commencement de la mise en train de ses nouvelles machines, M. Risler a eu l'idée d'en faire une heureuse application pour la fabrication des ouates, pour laquelle cette machine semble être créée tout exprès. Ces ouates se préparaient par des cardes ordinaires, munies sur le devant d'un grand tambour sur lequel la nappe s'enroulait au fur et à mesure qu'elle était détachée par le peigne. L'épaisseur de coton enroulé sur le tambour étant devenue suffisante, on l'enlevait de dessus sa circonférence ; il en résultait une nappe, dont la longueur était déterminée et limitée par le développement de cette circonférence.

En faisant usage de l'épurateur, on parvient à fabriquer des pièces de ouate d'une longueur quelconque ; car la nappe, en sortant, a déjà une épaisseur et une consistance telle qu'elle peut s'enrouler et se dérouler isolément ; l'on forme ainsi sur le devant de la machine des rouleaux qui sont plus tard triplés et quadruplés, pour arriver à l'épaisseur totale de la ouate. Par là, on a le grand avantage de prendre, pour les deux côtés extérieurs de la ouate, du coton d'une qualité supérieure, tandis que l'intérieur est formé par une qualité plus ordinaire.

Les perfectionnements successifs apportés par M. Risler à son épurateur, l'ont amené à améliorer aussi la construction des cardes afin de leur faire obtenir un travail plus parfait et un rendement plus considérable.

C'est ainsi qu'en 1853, il se faisait breveter pour une disposition de carde munie de *deux couloirs parallèles* communiquant chacun séparément avec une machine à réunir, afin de *séparer les deux rubans* produits par la carde et qui sont de qualité essentiellement différente, l'un de ces rubans devant servir à faire des filés supérieurs à ceux provenant de l'autre ruban, et qui sont analogues aux filés des cardes ordinaires.

Ainsi le perfectionnement consistait dans l'idée d'effectuer avec la même carde deux opérations simultanées et pourtant entièrement distinctes, dont l'une correspond à celle qui se produit ordinairement, tandis que l'autre produit un travail nouveau que l'on peut comparer à celui du peignage. Le but cherché par M. Risler était d'employer des cotons de qualités inférieures et bon marché, et d'obtenir, ainsi qu'avec l'*épurateur*, une économie notable de déchets et de main-d'œuvre, comme aussi, en supprimant les machines intermédiaires, d'occuper moins d'emplacement et d'absorber une force motrice moindre.

En 1856, M. Risler prenait un nouveau brevet pour des perfectionnements aux épurateurs et aux cardes ordinaires, qui consistaient à disposer au-dessous du gros tambour une grille cintrée embrassant une partie de sa circonférence, de façon à former une sorte de coursier à la partie inférieure. Cette grille était formée de barreaux en fer minces, et polis, assez rapprochés, dans le genre de ceux que l'on applique aux batteurs que l'on construit actuellement ; mais au lieu d'être droits comme dans

ces derniers, ils étaient cintrés. A la suite de cette grille et autour du gros tambour, étaient appliqués des chapeaux automates, se débourrant seuls mécaniquement à l'aide d'une petite mécanique Jacquart, semblable à celle employée au tissage des articles façonnés; en outre, une plaque cintrée garnie d'un débourrage, et mobile autour du gros tambour dont elle embrassait une portion de sa circonférence, servait au débourrage.

Déjà, avant M. Risler, on avait essayé de faire l'application d'une grille aux cardes ordinaires, mais sans succès, parce que, de la manière dont on les disposait, le grand tambour présentait, après l'alimentation, le coton aux chapeaux et aux cylindres peigneurs ou déchargeurs, puis le duvet tombait sur la grille; il résultait de cette disposition que le duvet restait sur les baguettes, et qu'étant enlevé par le tambour, il se trouvait mélangé avec le bon coton cardé.

Dans la disposition de M. Risler, il se produit un tout autre travail, le grand tambour passe et nettoye le coton sur la grille avant de le présenter aux chapeaux et aux cylindres peigneurs; cette grille a donc un but et un effet utile tout différents.

Enfin, en 1859, M. Risler prenait un nouveau brevet, complété en 1860 par un certificat d'addition, dans lequel il faisait remarquer qu'en donnant une vitesse un peu plus considérable au gros tambour, on obtenait un nettoyage plus parfait; d'un côté, par l'effet de la force centrifuge, et, de l'autre, en empêchant, en grande partie, l'entrée du coton à bouton entre les plaques dudit tambour, de façon que les épingles de celles-ci ne se trouvent pas engorgées. Ce qui vient à l'appui de cette assertion, c'est que pour obtenir un bon travail avec les cardes ordinaires, on est obligé de débourrer les plaques trois ou quatre fois par jour, tandis qu'en donnant une grande vitesse il suffit d'une ou deux fois; mais il se présente un inconvénient, c'est qu'il reste dans les chapeaux une plus grande quantité de bon coton mêlé au mauvais et que le débourrage fait perdre. C'est pour éviter cette plus forte perte que l'on ralentit la vitesse des cardes jusqu'à ne leur faire produire que de 20 à 25 kilog. en 12 heures.

Avec les cardes à hérissons on produit généralement davantage; mais on ne les emploie que pour les gros numéros, le travail des hérissons, quoique ouvrant et cardant bien le coton, ne le débarrassent pas assez des impuretés qu'il contient.

M. Risler évite cet inconvénient des cardes à hérissons, de façon à leur faire produire le même travail que les cardes en gros et en fin à la fois, en ajoutant à ces cardes des chapeaux ou *cylindres-chapeaux* contre les hérissons, c'est-à-dire contre les cylindres qui débourrent les cylindres travailleurs, au lieu qu'aux cardes ordinaires et aux épurateurs, ces chapeaux ou cylindres-chapeaux sont appliqués contre le grand tambour. Les avantages de cette disposition sont : 1° de retirer du coton, et entre autres des cotons de l'Inde, beaucoup plus de boutons que les autres

cardes, et cela avec économie ; 2° d'opérer un véritable triage dans les filaments de coton; ces cylindres-chapeaux n'enlèvent en effet absolument que le mauvais coton trop court pour être filé, tandis qu'aux autres cardes, ces cylindres, placés directement contre le grand tambour, prennent avec le déchet énormément de coton ayant des filaments aussi longs que le coton l'est lui-même. L'on peut donc considérer ce travail comme un peignage, enlevant du coton tout ce qu'il y a de trop court, de pernicieux, en facilitant la filature des cotons de l'Inde et du Levant.

Les briseurs à dents de scie s'appliquent parfaitement à cette carde.

Un deuxième perfectionnement aussi bien applicable aux cardes à hérissons qu'à celles à chapeaux, consiste dans l'emploi d'une règle métallique, que l'auteur nomme *règle d'épurateur*. Sous cette pièce additionnelle *a*, indiquée en détail par la fig. 5 de la pl. 25, et placée à environ 1 mill. et demi ou 3 mill. du gros tambour A, est disposée l'auge *a'*, distante de celui-ci de 5 à 6 mill. Les deux pièces ainsi placées à des distances respectives voulues, et d'ailleurs variables du grand tambour, puis disposées suivant l'inclinaison nécessaire, en raison du diamètre et de la vitesse de ce tambour, délivrent la matière soumise au cardage de toutes les matières étrangères; le tambour écarte ainsi les boutons, pailles, graines, etc., avant l'arrivée aux cylindres travailleurs et débourreurs, ou aux chapeaux à hérissons.

Par l'ouverture d'où s'échappent les impuretés, on a la facilité d'inspecter et de suivre le travail du grand tambour, et l'action de l'auge *a'* oppose un obstacle aux barbes qui ne viennent plus encombrer les cylindres cannelés; il résulte de là une suppression de soins et de surveillance que l'ouvrier était constamment tenu d'apporter à ces derniers. La règle métallique a encore pour but de remplacer les deux premiers gros chapeaux en effectuant leur travail d'une manière plus parfaite pour expulser les boutons. Ceux-ci ne peuvent plus alors aller se loger sous les chapeaux, pour ne sortir ensuite qu'assez difficilement du cardage.

Nous allons maintenant décrire en détail la machine complète dite *épurateur*, qui a été le point de départ des différentes combinaisons dont nous venons de donner une idée, combinaisons ayant principalement pour but de rendre le principe de l'épurateur applicable aux cardes ordinaires, afin d'éviter le seul reproche sérieux que l'on ait pu faire à cette machine : son prix trop élevé, résultat obligé de la complication créée par la multiplicité des organes.

DESCRIPTION DE L'ÉPURATEUR RISLER,

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 1 À 4 DE LA PL. 25.

La fig. 1 est un plan général de l'appareil complet et fonctionnant.

La fig. 2 en est une section verticale, dans le sens de la longueur.

La fig. 3 représente cette même machine en élévation, vue extérieurement du côté latéral de droite, et sans son réunisseur.

La fig. 4 est une vue semblable, mais du côté gauche, qui reçoit les poulies de commande.

Disposition des tambours et des cylindres alimentaires. — Le gros tambour principal A n'est autre qu'un tambour de cardes formé, comme ceux-ci, de douves en bois fixées sur deux cercles en fonte, qui sont reliées respectivement par des bras à leur moyeu, calé vers les extrémités d'un même arbre en fer A'. Celui-ci est monté dans deux paliers *b*, qui font partie du bâti en fonte B, composé de deux grandes flasques reliées par les axes principaux et par des entretoises *b'*.

Le gros tambour est recouvert de plaques de carde en gros fils de fer, inclinés assez sensiblement dans la direction de la rotation qui lui est imprimée, et qui est indiquée par la flèche (fig. 2). Entre chaque plaque, et dans des vides pratiqués au nombre de huit dans l'épaisseur des douves, est fixée une brosse métallique *c*, semblable, pour la grosseur et la force, aux aiguilles des garnitures des volants débourreurs employés dans quelques cardes à hérisson. Ces brosses, piquées sur des bandes en cuir, sont clouées sur des règles en bois qu'on peut faire monter ou descendre au moyen des vis de rappel *c'*, fixées aux croisillons du grand tambour par des supports en fer.

Deux gros cylindres peigneurs C et C', à dentures métalliques disposées tangentiellement au gros tambour, sont montés dans des paliers *d* et *d'*, sur des bras horizontaux A^2 venus de fonte à cet effet avec le bâti. Un petit cylindre peigneur supplémentaire C^2 est monté au-dessous de celui C', afin d'enlever tous les filaments de coton que la force centrifuge du gros tambour amène à la surface des garnitures. Ces trois peigneurs sont séparés par de petites traverses de forme triangulaire *e*, à coins arrondis, qui règnent sur toute la largeur de la machine.

Quatre doubles paires de cylindres cannelés *e'*, placées à des distances égales les unes des autres, derrière le tambour, engagent le coton entre ses dents (1). Ce coton est fourni par les cylindres alimentaires D, D', D^2 et D^3, qui le reçoivent des rouleaux E, E', E^2 et E^3, provenant de la machine à étaler. Il est guidé dans ce trajet par des couloirs en tôle e^2.

Au-dessous des cylindres alimentaires sont placées des auges en tôle F, pour recevoir les ordures qui s'échappent par des ouvertures ménagées derrière les cannelés, entre ceux-ci et des plaques en fonte *f*, à section biseautée, qui forme une portion de l'enveloppe du tambour.

Ces plaques sont pourvues chacune, du côté opposé à leur biseau, d'une sorte de bec cintré *f'*, qui est dirigé entre les deux cannelés supérieurs de chaque entrée, de façon à faciliter l'introduction du coton.

(1) Dans les derniers épurateurs construits, on a supprimé l'alimentaire supérieur *e'*, D, E, parce qu'il se trouvait trop élevé pour permettre à l'ouvrier de placer aisément les rouleaux de coton.

Les cannelés sont montés dans des boîtes avec vis de pression, et leur position peut être réglée très-exactement par des vis de rappel et des boulons de serrage *g*, sur les bras en fonte disposés autour du bâti pour les recevoir ainsi que les axes des cylindres alimentaires. Les plaques *f* et leurs bras cintrés *f'* sont assemblés à charnières pour faciliter le nettoyage, le réglage, et, au besoin, le démontage des cannelés.

A la partie inférieure du gros tambour est disposée une toile sans fin F', composée de lattes en bois montées sur des lanières entraînées par deux poulies, et destinées à amener le coton lancé par le grand tambour et la nappe détachée du peigneur supplémentaire C^2, vers les cannelés *g'*. Ceux-ci engagent tous ces filaments, qui n'ont pas été suffisamment épurés par le gros tambour, entre les dents du petit tambour G, garni de plaques et de brosses comme le premier, et marchant à une grande vitesse pour nettoyer le coton qui lui est amené, et qui se trouve travaillé par le quatrième cylindre peigneur C^3. Au-dessous de ce petit tambour sont montés les deux cylindres à hérisson G' et G^2, qui détachent les ordures des dents et les rejettent sur le sol, dans la caisse H placée au-dessous, à l'intérieur du bâti.

Le coton, détaché des quatre peigneurs C, C', C^2 et C^3 par les peignes *h*, *h'*, h^2 et h^3, dont on peut régler exactement la position par des vis de rappel d^2, est dirigé sous forme de nappes par les couloirs *i*, *i'* et i^2, qui les réduisent à la largeur nécessaire pour les faire passer entre les rouleaux d'appel I, I', I^2. Ces guides sont montés à pivots et portent les nettoyeurs *j*, *j'*, j^2, maintenus en contact avec lesdits rouleaux d'appel qui conduisent les nappes aux réunisseurs-enrouleurs à bascule montés à la suite de la machine.

Cet appareil réunisseur est composé de deux rouleaux en fonte H', à cannelures peu profondes, sur lesquels la bobine en bois de l'ensouple vient s'appuyer. Quand cette bobine est entourée des nappes à l'épaisseur voulue, l'ouvrier appuie sur la pédale qui termine le levier H^3, soulève le porte-bobine, lui fait faire un demi-tour et cesse d'appuyer. Par cette manœuvre, non-seulement il dégage la bobine faite, qu'il peut alors enlever aisément, mais encore il remet en place la seconde bobine H^4 sans qu'il y ait interruption dans le travail. Nous avons publié avec détail dans le vol. XIII, pl. 15, de ce Recueil, un réunisseur de ce genre construit par M. Danguy, de Rouen.

Le gros tambour et les cylindres peigneurs sont recouverts de plaques en tôle cintrée J et J' épousant leur forme et montés à charnière, de façon à empêcher la sortie du duvet et de la poussière, et pourtant permettre aisément la visite et le nettoyage de tous les organes intérieurs ainsi cachés par les couvercles.

Transmission de mouvement. — Dans une machine de cette importance et dans laquelle il y a un aussi grand nombre de pièces qui concourent au travail final, la commande est naturellement assez compliquée;



mais, d'un autre côté, comme ce ne sont à peu près que des mouvements de rotation continu, les transmissions sont faciles et se résument dans l'emploi d'un certain nombre d'engrenages et de poulies auxquels on donne les diamètres convenables pour qu'il y ait concordance dans les rapports de vitesse nécessaire au bon fonctionnement de chaque organe.

La commande générale de l'arbre de couche de l'usine est transmise à l'arbre A', du gros tambour, par la poulie P, calée à l'une des extrémités de cet arbre, et à côté de laquelle est ajustée folle la poulie P' qui sert à interrompre le mouvement à volonté.

A côté de la poulie motrice P est clavetée la poulie plus grande P^2, de 0ᵐ 650 de diamètre, qui, par une courroie *k*, commande la poulie P^3, de 0ᵐ 270 de diamètre, fixée sur le prolongement du petit tambour G.

En admettant la vitesse moyenne de 260 tours par minute, transmise au tambour A, celle du tambour G sera alors de

$$\frac{0^m650 \times 260}{0{,}270} = 626 \text{ tours;}$$

mais comme le petit tambour n'a que 0ᵐ 300 de diamètre, tandis que le grand a 1ᵐ 200, sa vitesse à la circonférence est encore sensiblement moindre; elle est, en effet, de

$$0^m300 \times 3{,}1416 \times 626 = 589 \text{ mètres par minute;}$$

tandis que celle du gros tambour est de

$$1{,}200 \times 3{,}1416 \times 260 = 980 \text{ mètres dans le même temps.}$$

Le bout opposé à la poulie motrice P, de l'arbre A', reçoit la petite poulie *p*, de 0ᵐ 140 de diamètre, qui communique le mouvement à l'arbre intermédiaire *k*, lequel le transmet à son tour aux cylindres peigneurs, aux rouleaux d'appel et à l'appareil réunisseur des nappes. A cet effet, cet arbre est muni des deux poulies p' et p^2, de 0ᵐ 400 de diamètre, dont l'une est montée folle pour permettre d'arrêter au besoin les autres organes travailleurs sans arrêter le gros tambour.

Par le rapport qui existe entre les diamètres de ces poulies *p* et p', la vitesse de l'arbre *k* se trouve sensiblement ralentie. Ainsi, tandis que le gros tambour fait 260 tours, cet arbre ne fait plus que

$$\frac{260 \times 0^m140}{0^m400} = 91 \text{ tours par minute.}$$

Il est muni d'un petit pignon de 30 dents, qui, par un intermédiaire de 60 dents (voyez les cercles ponctués de la fig. 2), commande une roue k', de 160 dents, fixée sur l'axe, prolongé en dehors du bâti, du rouleau d'appel inférieur I^2, dont la vitesse de rotation est alors de

$$\frac{30 \times 91^t}{160} = 17 \text{ tours;}$$

et comme son diamètre est de 70 millim., la sortie de la nappe est de

$$0^{m}070 \times 3{,}1416 \times 17^{t} = 3^{m}740 \text{ par minute.}$$

Cette nappe s'enroule sur l'ensouple H^2 sous l'impulsion des deux tambours H′, qui reçoivent leur commande d'un petit pignon fixé sur l'axe du rouleau d'appel, et engrenant, par l'intermédiaire k^2 (fig. 1), avec la roue K, calée sur l'axe du premier tambour. Celui-ci donne le mouvement au second au moyen d'une roue semblable K′, et d'un intermédiaire k^3 (fig. 2).

L'axe prolongé du rouleau d'appel est encore garni d'un petit pignon *l*, de 24 dents, qui, par l'intermédiaire de la roue L, engrène avec une roue L′, de 107 dents, monté sur l'axe du cylindre peigneur C^3, lequel n'est alors animé que d'une vitesse de :

$$\frac{24 \times 17^{t}}{107} = 3{,}81 \text{ tours par minute.}$$

Les deux paires de rouleaux d'appel I et I′ conservent la même vitesse de 17 tours par minute communiqué aux rouleaux I, puisque leurs pignons *l′* et l^2 (fig. 4) ont le même nombre de dents que celui *l*, et qu'ils sont tous deux commandés par la roue L′, au moyen des roues intermédiaires L^2, L^3 et L^4.

Les deux cylindres peigneurs C′ et C, sont, comme celui C^3, animés d'une vitesse de $3^{t}81$ par 1′, leur commande s'effectuant par les pignons l^2 et les intermédiaires L^4 et M^2, engrenant avec les roues M, M′, qui ont également 107 dents, et sont fixées sur leur axe respectif.

Le cylindre peigneur C^3 transmet le mouvement à celui C^2, au moyen du pignon Q, de 50 dents (fig. 1 et 3), de trois intermédiaires *q*, *q′* et q^2 et de la roue Q′, de 75 dents, calée sur son axe. L'une des intermédiaires, la roue *q′*, est fixée sur l'axe du rouleau cannelé inférieur *g′*, qui amène le coton au petit tambour G.

Les quatre doubles paires de cylindres cannelés alimentaires *e′* reçoivent leur mouvement par une série de roues dentées, dont les relations se voient très-bien sur la fig. 3.

La commande du peigneur C est établie au moyen du pignon *m*, de 28 dents, fixé sur son axe prolongé en dehors du bâti. A cet effet, ce pignon engrène avec une roue *m′*, de 100 dents, dont l'axe est muni du pignon *n*, de 35 dents, qui, au moyen des deux intermédiaires N et N′, de 100 dents, engrène avec la roue *n′*, de 56 dents, fixé sur le cylindre cannelé inférieur du premier alimentaire. Celui-ci se trouve ainsi animé d'une vitesse de

$$\frac{28 \times 35 \times 3^{t}81}{56} = 66{,}67 \text{ tours par minute.}$$

Cette même vitesse est conservée aux trois autres paires de cylindres

cannelés, puisqu'ils se commandent l'un par l'autre au moyen des intermédiaires *o*, *o'* et o^2, et des roues *n'*, n^2 et n^3, ayant également 56 dents.

Les quatre rouleaux alimentaires D, D', D^2 et D^3, qui développent les nappes enroulées sur les ensouples E, E' E^2, E^3, reçoivent leur mouvement des cannelés au moyen d'un petit pignon *r*, de 0m 031 de diamètre, fixé au bout opposé à leur commande (fig. 4), et engrenant, par un intermédiaire *r'* avec une roue R, de 0m170 de diamètre, dont l'axe de chacun de ces rouleaux est muni. La vitesse de ceux-ci est réduit à :

$$\frac{0^{m}031 \times 66,67}{0^{m}170} = 12,15 \text{ tours par minute,}$$

afin que leur développement soit à peu près égal à celui des cannelés. Ainsi, pour ceux-ci, qui ont 0m 031 de diamètre, il est de :

$$0^{m}031 \times 3,1416 \times 66,67 = 6^{m}49 \text{ par minute;}$$

et pour les rouleaux alimentaires qui ont 0m160, il est de :

$$0^{m}160 \times 3,1416 \times 12,15 = 6^{m}10;$$

soit un étirage de 6m 49 — 6m10 = 39 millimètres entre l'alimentaire et les cannelés.

Les peignes *h*, *h'* h^2, h^3, qui détachent le coton des peigneurs, sont animées d'un mouvement alternatif d'oscillation d'une faible amplitude sur leurs axes respectifs *s*, *s'*, s^2 et s^3. Ce mouvement leur est transmis de l'arbre du gros tambour par un excentrique S, auquel sont reliés deux tirants en fer S' et S^2. Le premier actionne, par les leviers *t*, *t'* et la bielle T, les deux peignes supérieurs *h'* et *h*; le second S^2, par les leviers t^2 et la longue bielle T', les peignes h^2 et h^3.

Nous avons encore la transmission de la toile sans fin F' et celle des deux débourreurs G' et G^2 du petit tambour G. La première est obtenue par une chaine commandée par un petit pignon, fixé sur l'axe prolongé en dehors du bâti du cannelé inférieur *g'* (voyez le tracé en lignes ponctuées de la fig. 4). La seconde, d'une manière analogue, par trois petites roues *u* et *u'* qui engrènent avec une chaine de Galle, recevant le mouvement du peigneur C^3 et le transmettant au débourreur G'; celui G^2 est commandé directement par l'axe du tambour G, au moyen d'une courroie croisée entourant les petites poulies *v* et *v'*.

TRAVAIL ET RENDEMENT DE L'ÉPURATEUR.

Cette machine peut produire avec du coton très-ordinaire d'Amérique, en douze heures de travail, 90 à 100 kilogrammes de coton en nappe, parfaitement ouvert et épuré. Elles ont donné pour résultat d'inventaire une économie de déchet de 3 1/2 à 4 p. 100 pour une filature de 10,000 broches, ce qui peut être évalué à une somme de 12 à 13,000 fr. par année, prix moyen du coton estimé avant la crise américaine.

En ajoutant à cette économie en déchets et main-d'œuvre celle des frais généraux, on trouve, par l'emploi de ces machines, une économie de 7 à 8 centimes sur le prix de revient de 1 kilogramme de filé n° 30 à 40.

La création de cette machine a permis à plusieurs filateurs d'employer, depuis longtemps déjà, avec avantage, des cotons inférieurs et des cotons de l'Inde, qu'on achetait bon marché et qui ont donné des filés de bonne qualité. Aussi, depuis le manque de coton américain, ces machines sont de nouveau en faveur, et les services qu'elles rendent sont très-appréciés.

PROGRÈS DE LA FILATURE

DANS LE HAUT-RHIN

M. Ch. Thierry-Mieg, secrétaire de la Société industrielle de Mulhouse, a publié, dans le Bulletin d'octobre 1862, un rapport très-intéressant sur les forces matérielles et morales de l'industrie du Haut-Rhin, pendant les dix dernières années de 1851 à 1861; nous extrayons de ce travail ce qui est relatif à la filature du coton et de la laine, qui forme, comme on sait, l'une des industries les plus importantes d'Alsace.

« Les dix années qui viennent de s'écouler ont été signalées par une prospérité très-marquée pour la filature de coton. On a vu la plupart des anciens établissements se libérer de leurs engagements, renouveler leur matériel pour le mettre au niveau des progrès du jour et augmenter notablement le nombre de leurs métiers. La production s'accroissait en même temps par la création d'une foule de nouveaux établissements, sans jamais, cependant, pouvoir se mettre à la hauteur des besoins. Cette situation si favorable a eu plusieurs causes principales.

« Nous devons rappeler en premier lieu que, par suite de la disette de 1847 et la révolution de Février 1848, les affaires étaient restées stationnaires, et que la production s'était restreinte dans les limites d'une prudence excessive. A la fin de cette crise, et lorsque la confiance fut rétablie, les affaires reprirent une impulsion d'autant plus grande que la consommation avait été plus faible pendant les années précédentes,

Années.	Nombre de machines.	Force en chevaux.
« De 1847 à 1851....	40	676
1851 à 1856....	112	2,138
1857 à 1861....	219	4,885

« Les besoins étaient tels que la production ne put y suffire, et que les prix s'élevèrent malgré le rapide développement du travail. Nous voyons, à Mulhouse notamment, en 1852, en 1853 et en 1854, la plupart des établissements s'agrandir, quelques-uns jusqu'au double, et plusieurs maisons nouvelles se créer.

« Cette prospérité exceptionnelle, qui s'étendit à tous les genres de fabrication, et notamment aux industries textiles en général, continua pendant plusieurs années, puis se ralentit à mesure que la production, en s'accroissant, se mettait au niveau de la consommation. Pour la filature de coton, elle dura jusqu'à la crise actuelle, par des raisons particulières que nous allons énumérer.

« Indiquons d'abord la vogue exceptionnelle que donne à l'*organdi* et aux *mousselines* de toute espèce une succession d'étés secs et chauds, au moment même où la mode, ce despote qui, tour à tour, favorise ou délaisse le fabricant de tissus, doublait et triplait l'ampleur des robes. Car l'obligation de porter 20 mètres par robe, au lieu de 10, se traduisit naturellement par celle de se charger moins, c'est-à-dire d'adopter les tissus les plus légers.

« Or, 1,000 broches de filature alimentent environ 25 métiers marchant en calicot, tandis qu'elles n'en alimentent que 10 à 14 en organdis unis ou façonnés. Il n'est donc pas indifférent, pour la filature, que l'on porte ou non des tissus fins; leur règne équivaut, selon le point de vue, à une insuffisance dans le nombre des broches, ou à un amoindrissement subit de la production courante du tissage: or, qui dit *rareté* dit *cherté*.

« Si l'on ajoute que la consommation du calicot pour la vente en blanc prit à la même époque un énorme développement, et nécessita un accroissement incessant dans le nombre des métiers à tisser, on aura une nouvelle cause d'insuffisance de la filature à satisfaire les besoins de la vente. Car la construction d'une filature exigeant des capitaux bien plus considérables que celle d'un tissage, il en est résulté que le développement de la première de ces deux industries est toujours resté un pied en arrière de celui de la seconde. Par suite, la demande des filés étant toujours plus grande que leur production, leurs prix sont restés très-élevés. Ainsi, il y a eu d'un côté une demande considérable de filés, et de l'autre une continuelle rareté de ce produit; double cause de prospérité à la fois pour la filature elle-même, considérée en général, et pour chaque établissement en particulier. Les quelques moments d'arrêt ou de baisse de prix n'ont jamais duré bien longtemps, et ont eu un résultat avantageux : celui de décider plus facilement les filateurs à remplacer leurs anciennes machines par des métiers perfectionnés et d'un rendement supérieur. Les progrès accomplis se classent sous deux chefs différents, selon la nature des cotons employés.

1° FILATURE DES COTONS COURTE SOIE.

« Une transformation radicale s'est opérée depuis une dizaine d'années dans la filature des cotons courte soie. La principale est la substitution des métiers *automates* (*self-acting*), aux *métiers à la main*. On peut admettre que la plupart des filatures de coton Louisiane produisant les numéros 25 à 30 en chaîne, et 35 à 45 en trame (ces établissements forment la grande majorité des filatures d'Alsace et des Vosges), sont déjà transformées en métiers *renvideurs*, ou, au moins, sont en voie de l'être; car c'est aujourd'hui une question vitale pour cette industrie. Les autres modifications sont moins générales; cependant toutes les filatures construites dans ces derniers temps, et les anciennes qui ont renouvelé leur matériel, ont adopté en tout ou en partie le système de travail et la série des machines que nous allons décrire sommairement.

« Batteurs. — Les anciens batteurs sont généralement remplacés aujourd'hui

par des *batteurs* (système anglais) à *rouleaux comprimés*. Ceux-ci, tout en ouvrant et nettoyant mieux le coton, permettent de former des rouleaux préparés pour le cardage d'un poids de 3 à 4 fois plus considérable que précédemment (de 10 à 12 kilogr.). En outre, la nappe en est beaucoup plus régulière (1).

« CARDAGE.—La grande régularité apportée aux opérations du battage a permis l'adoption du cardage simple, maintenant presque généralement pratiqué.

« La grande majorité des anciennes filatures de notre rayon, pour utiliser leur matériel existant (*cardes ordinaires à chapeaux plats*), se sont mises à carder le coton une seule fois sur ces machines en produisant de 17 à 20 kilogrammes en 12 heures, au lieu de 15 à 16 kilogrammes qu'elles produisaient en cardage double. Leur production ayant été ainsi augmentée d'environ 20 pour 100, cette quantité a pu être absorbée par l'augmentation de production de leurs métiers renvideurs, comparativement aux anciens métiers. Quant aux filatures construites tout récemment ou en voie de s'établir, elles adoptent généralement le système de cardage anglais à *chapeaux circulaires automates* et à *travailleurs* (2), dont la production, par machine, peut varier de 30 à 40 kilos en 12 heures, et dépasse même quelquefois cette quantité. De plus, le système des *canaux* de cardes, encore adopté partout, il y a une dizaine d'années, tend à être remplacé par celui des *pots tournants*, pour chaque carde, avec *appareil casse-mèche* aux étirages.

« BANCS A BROCHES.—Les bancs à broches anciens ont en général été remplacés par des bancs à broches à *bobines comprimées ;* et le système le plus apprécié aujourd'hui est celui à *double cône avec ailettes à force centrifuge* (3).

« MÉTIERS A FILER.—Les métiers les plus répandus en Alsace sont ceux des systèmes Sharp Roberts et Parr-Curtis, de 600 à 800 broches ; ces derniers surtout pour la filature des filés ordinaires, chaîne 28 et trame 37. La production moyenne par broche et par jour peut en être estimée à 6 décagr. 20, pour la chaîne, et 5 pour la trame. Elle est donc de 12 à 15 pour 100 supérieure à celle des anciens métiers à la main (4).

2° FILATURE DES COTONS LONGUE SOIE.

« Une révolution complète a été opérée dans la filature des numéros 70 et au-dessus, par l'adoption presque générale des *peigneuses*, soit du système *Helmann*, soit du système *Hubner*, toutes deux d'invention française et même mulhousienne. On a pu obtenir, à l'aide de ces machines, des filés, des tissus, dont rien n'égale la netteté, la transparence, et, dans beaucoup d'établissements, elles ont permis de tirer un parti bien supérieur des cotons et de matières qui étaient précédemment restées dans la catégorie des déchets.

(1) On peut voir dans le vol. IV de notre *Recueil industriel*, un *batteur-étaleur double*, publié avec détail.

(2) Nous avons donné dans le vol. V le système de cardes à chapeaux de M. Dannery, et dans le XIII[e] vol., la carde double à chapeaux circulaires de M. Nouflard.

(3) Le vol. VI contient un banc à broches pour le coton, et le vol. XI un banc à broches perfectionné avec mouvement différentiel à friction, de M. Fairbairn pour filature de lin et de chanvre.

(4) Nous nous occupons de dessiner avec détail le métier self-acting complet, exécuté par MM. Stéhelin et C[ie], de Bischwiller, sur le système Parr-Curtis.

« Outre l'introduction des peigneuses, un changement important a été apporté dans le traitement des cotons fins, par la suppression du battage à la main de ces cotons. Des perfectionnements apportés au *battage mécanique* ainsi que l'application des *nappeuses* (modification des nappeuses pour laine), ont permis de supprimer cette première opération très-dispendieuse et si nuisible à la santé des ouvriers.

« Tels sont les principaux changements opérés dans la filature des cotons longue soie en Alsace. Il nous reste cependant à signaler, malgré les difficultés qu'elle offre, une tendance progressive vers l'adoption des métiers automates pour le filage des numéros 50 à 100, et même au-dessus; mais elle est loin d'être générale jusqu'à présent, car la différence qui en résulte dans la main-d'œuvre influe sensiblement moins sur les prix de revient que sur les gros numéros, et, de plus, la production par jour n'est généralement pas augmentée non plus dans la même proportion.

3° FILS RETORS DE COTON.

« En parlant des progrès de la filature de notre rayon, il ne faut pas oublier de mentionner le développement récent qu'a pris l'industrie des fils retors de coton qui occupe aujourd'hui dans le Haut-Rhin plusieurs centaines d'ouvriers, et dont la production s'élève à 3 ou 4 millions de francs. Nos fils à coudre sont supérieurs à ceux des Anglais, et se vendent plus cher que les leurs sur les marchés d'exportation.

4° FILATURE DE LA LAINE PEIGNÉE.

« Une autre industrie, introduite en Alsace depuis peu d'années (1839), a pris, surtout dans la première partie de la période qui nous occupe, un très-grand accroissement.

« La filature de la laine peignée qui en 1851 ne comptait que cinq établissements et 38,500 broches, est exploitée aujourd'hui par six maisons possédant ensemble 71,500 broches, et 300 métiers mécaniques à tisser le mérinos. Une nouvelle ère de prospérité semble s'ouvrir aujourd'hui pour cette industrie, après un ralentissement de quelques années, dû surtout à la prépondérance presque exclusive que prirent sur les tissus de laine *mérinos*, pure ou mélangée de coton, ceux de la laine *dure* (anglaise ou autre), pure ou mixte, et les étoffes légères de coton (jaconas, etc.) qui s'adaptent mieux à l'ampleur des robes, et dont les plis conviennent mieux aux modes actuelles. Parmi les principaux perfectionnements introduits dans cette industrie depuis 1851, nous citerons :

« 1° L'adoption de la *peigneuse Heilmann*, qui a opéré une véritable révolution en fournissant un peigné beaucoup plus propre, tout en produisant plus de cœur et moins de blousses.

« 2° La *purification des eaux de lavage*, à l'aide d'un procédé simple et pratique qui produit une grande économie de savon tout en permettant de mieux laver la laine.

« 3° L'adoption *des bobiniers à compression et à double rangée de bobines*, qui améliorent les mèches et doublent presque la production.

« La filature de la laine peignée dans le Haut-Rhin fait aujourd'hui pour 12 mil-

lions d'affaires, et occupe 2,300 ouvriers (32 pour 1,000 broches). C'est une des plus belles conquêtes de l'industrie alsacienne (1).

RÉSUMÉ DES PROGRÈS FAITS DANS LA FILATURE.

« 1851 et années antérieures. Adoption de l'épurateur Risler (2). Apparition de la peigneuse Heilmann; les métiers automates commencent à se répandre.

« 1852. Première filature, de 25,000 broches self-acting, établie à Mulhouse.

« Transformation générale des machines préparatoires. Introduction des batteurs et des bancs à broches renforcés, et suppression des métiers en gros. L'emploi des grands métiers au delà de 500 broches se généralise.

« L'application au coton de la peigneuse Heilmann, établie par MM. Nicolas Schlumberger et Compagnie se généralise.

« 1853. Apparition de la peigneuse Hubner, construite par MM. André Kœchlin et compagnie sous la protection de plusieurs brevets; elle s'est peu répandue jusqu'en 1857 et 1858, époque où plusieurs maisons s'en servent. MM. Dollfus-Mieg et compagnie ont, les premiers, utilisé cette machine sur une très-grande échelle. En 1861 il existait dans cette maison 60 peigneuses Hubner.

« 1854. Depuis 1854 jusqu'en 1860 pas d'autres progrès pour la filature de coton que des améliorations aux divers organes des machines, tels qu'ailettes à force centrifuge, mouvement de bancs à broches à double cône, etc.

« Pour la laine peignée : procédé de purification des eaux de lavage, adoption des bobiniers à compression et à double rangée de bobines.

« 1859. Introduction des métiers automates Parr-Curtis de 1100 broches. Étirages à pots tournants et casse-mèche.

« 1860. Cardes à chapeaux tournants et à hérisson et pots tournants.

« 1861. Carde américaine de Higgins et Sons. »

M. Thierry-Mieg termine son intéressant compte rendu sur la filature par un tableau qui montre la progression successive faite dans le Haut-Rhin soit en filature de coton soit en filature de laine.

Il apprend d'abord que c'est en 1803 que l'on a introduit la première filature de coton à Wesserling, qu'en 1804 il y en avait cinq, et que le premier emploi d'un moteur à vapeur a été fait pour la filature en 1812 à Mulhouse; enfin qu'en 1846 on comptait 45 usines possédant ensemble près de 780,000 broches. La première filature de laine peignée a été construite à Mulhouse en 1838.

Voici le tableau résumé de M. Charles Thierry-Mieg.

(1) Nous venons de faire relever avec beaucoup de soin, pour les publier très-prochainement, les diverses machines employées aujourd'hui dans les filatures de laine peignée, et que nous devons à l'obligeance d'un constructeur bien connu, M. Bruneaux, de Rethel, qui a mis ses matériaux et ses établissements à notre disposition.

(2) C'est cette machine que nous venons de décrire plus haut dans le présent vol. XIV.

FILATURE DE COTON.

ANNÉES.	NOMBRE D'USINES.	MOTEURS				FORCE totale en chevaux.	NOMBRE DE BROCHES		
		A VAPEUR.		HYDRAULIQUES.					
		Nombre	Force en chevaux.	Nombre	Force en chevaux.		à bras.	automates.	total.
1851	52	65	1,786	43	3,031	4,817	819,006	»	819,006
1856	67	80	2,757	43	3,031	5,788	866,122	108,176	974,298
1857	72	82	2,891	50	3,131	6,022	715,232	256,956	972,188
1859	80	100	3,897	56	3,430	7,327	710,520	382,260	1,092,780
1861	86	124	4,986	59	4,186	9,172	547,174	680,208	1,227,382
1862	88	135	5,493	59	4,186	9,679	543,054	694,260	1,237,314
FILATURE DE LAINE PEIGNÉE.									
1851	5	5	230	2	120	350	38,560	»	38,560
1862	6	9	416	4	285	701	56,500	15,000	71,500

Nota. — La force motrice effective est un peu inférieure à celle indiquée par les chiffres ci-dessus quand il y a dans un même établissement un moteur hydraulique et un autre à vapeur, parce qu'un grand nombre de machines à vapeur ne servent qu'à titre auxiliaire à des moteurs hydrauliques, ou ne marchent pas constamment, et que, d'un autre côté, certaines chutes d'eau n'atteignent pas en toute saison leur puissance nominale.

Comme on le voit dans ce tableau, le nombre des broches a augmenté de moitié dans le Haut-Rhin, pendant les dix dernières années. La production elle-même a grandi dans une proportion plus considérable encore, à mesure qu'on a su faire un meilleur emploi des machines.

En évaluant à 48 fr. par an la production moyenne d'une broche, donnant 18 kilog. de filés, à 3 fr., ou 2 kilog. 25 à 19 fr., nous pouvons admettre que la production annuelle des filatures du Haut-Rhin, atteint environ 60 millions de francs. Leur production était de 16 millions en 1828, et de 34 millions en 1846. Elle a donc presque quadruplé depuis 1828.

Le nombre des ouvriers, au contraire, qui était de 10,000 en 1828, c'est-à-dire à peu près de 22 ouvriers par mille broches, est resté stationnaire depuis dix ans. Il flotte entre 14 et 15,000; car, au lieu de 18 à 20 ouvriers par mille broches en 1851, on n'en compte plus aujourd'hui moyennement que 10 à 12.

MACHINES-OUTILS

POUR LE TRAVAIL DES BOIS

MACHINE A TRANCHER LES BOIS

EN FEUILLES MINCES POUR LE PLACAGE

PAR MM. BERNIER AINÉ ET F. ARBEY

CONSTRUCTEURS-MÉCANICIENS A PARIS.

(PLANCHE 26)

Les bois débités en feuilles minces et employés dans l'ébénisterie pour le placage des meubles, s'obtient, comme on sait, de deux manières : avec la scie dite à placage à lame horizontale, semblable à celle que nous avons donnée dans le vol. IV de ce Recueil, et au moyen de la *machine à couteau* dite *à trancher*.

Cette dernière machine, quoique l'usage en soit maintenant assez répandu, est encore peu connue. Elle offre sur le sciage divers avantages, mais, par contre aussi, quelques inconvénients ; ce qui fait que les deux procédés sont toujours employés conjointement.

Le sciage présente l'inconvénient de faire perdre de la matière, celle qui correspond à l'épaisseur de la scie, et de limiter l'épaisseur de la feuille même. Ainsi, avec la scie on n'obtient guère, dans un bon travail courant, que 20 à 25 feuilles dans une épaisseur de 27 millimètres, tandis qu'avec la machine à trancher on peut obtenir jusqu'à 100 et 150 feuilles dans cette même épaisseur de 27 millimètres. Mais il est indispensable, pour préparer le bois à l'action du couteau trancheur, de le soumettre à une température élevée dans une étuve chauffée à la vapeur. Cette préparation anomale, jointe à l'effort de tranchage du couteau, doit naturellement fatiguer les fibres du bois, surtout pour certaines essences, l'acajou par exemple, et lui retirer quelques-unes des qualités qui lui sont propres. Mais pour d'autres essences, le noyer, l'érable, le palissandre, les feuilles ainsi obtenues sont employées avantageusement dans la plupart des cas, ce n'est que pour les produits tout à fait supérieurs qu'il est indispensable de faire usage de la scie.

Le principe de la machine à trancher est déjà ancien; nous en avons donné un exemple très-intéressant dans le VIIe volume. C'est une machine à *dérouler les billes,* c'est-à-dire à débiter les bois d'une manière continue, construite par M. Garand (1). Ainsi, une pièce de bois équarrie, quelle que soit sa grosseur, est montée sur cette machine et est débitée sans interruption sur toute sa longueur à la fois, et cylindriquement, en se déroulant de la circonférence au centre comme une spirale développée. Dans cette machine à dérouler, les couteaux, sortes de rabots qui opèrent le tranchage, sont relativement fixes, et c'est le bois qui est mobile, c'est-à-dire qu'il tourne sur lui-même, pour se présenter au tranchant de l'outil, tandis que celui-ci ne s'avance que très-lentement pour se tenir constamment pressé sur sa surface.

Cette ingénieuse machine, dont nous avons donné les résultats très-remarquables, présente, à un degré bien plus sensible encore que la machine à trancher à plat, l'inconvénient de fatiguer les fibres du bois. En effet, celles-ci ne se trouvent pas coupées parallèlement à leur direction et suivant une surface plane comme dans cette dernière; mais, au contraire, la bille, en se déroulant, présente à l'action du couteau les fibres dans leur sens perpendiculaire; de plus, les veines, qui forment dans les bois des accidents si variés et, dans certaines essences, un si bel effet, ne présentent plus au déroulage le même aspect. Aussi cette machine,

(1) Ainsi que nous l'avons indiqué dans une note au sujet de l'article précité, nous pensons que la première machine à trancher à plat est due à M. Picot, de Châlons-sur-Marne, et breveté en France le 29 octobre 1834.

En 1844, M. Garand prenait son premier brevet pour trancher le bois de placage cylindriquement; puis un second, le 15 février 1847, pour débiter les bois et autres substances, en feuilles minces et continues sur de grandes largeurs.

La même année, le 20 novembre, M. Gouillard prenait un brevet sous ce titre : machine à faire le placage continu, en coupant le bois en grume, sur sa circonférence, au moyen d'un couteau pour certains bois, et d'une scie pour quelques autres.

Le 7 février 1848, MM. Derne et Yard se sont fait breveter pour une machine locomobile destinée à trancher les bois en placage pour l'ébénisterie, la brosserie, etc.

En 1849, M. Hamilton de Londres se faisait breveter en France pour des perfectionnements apportés dans les machines destinées à débiter les feuilles de placage.

M. Garand prit un nouveau brevet le 23 juin 1855, pour deux machines à trancher; l'une de ces machines figurait à l'Exposition universelle de 1855. Voici ce qu'en dit le rapport : « La machine est fort simple en principe. Le bois, passé à la vapeur, est placé sur une table horizontale qui s'élève à volonté. Deux crémaillères poussent horizontalement un bâti armé d'une lame de 1^{m} 40 de longueur; cette lame est *placée obliquement* par rapport au mouvement qu'elle reçoit; à chaque course elle détache une feuille de bois. » Dans la seconde, destinée plus spécialement au tranchage des bois ronceux, le couteau reçoit deux mouvements, l'un de translation dans le sens de la longueur de la machine, et conjointement un second dans le sens transversal; le plateau qui porte le bois peut tourner afin de régler l'obliquité selon la nature du bois et la direction qu'il convient de lui donner.

En 1857, M. Hart prit une patente en Amérique, puis en France, le 4 août, pour une machine à découper en feuilles le bois de placage, et pouvant servir à découper de la même manière d'autres substances. Cette machine, très-compliquée dans sa construc-

quoique offrant de grands avantages économiques, n'est plus employée que pour des produits secondaires, ou pour des bois qui, au déroulage, présentent des veines d'un joli aspect.

La machine à trancher représentée planche 26, et que nous allons décrire, a été construite par MM. Bernier aîné et Arbey; nous l'avons vue fonctionner à Paris, chez M. Martinole, et nous avons pu nous convaincre de son bon fonctionnement, et remarqué des feuilles de placage tranché d'une épaisseur de moins de un cinquième de millimètre, exactement comme des feuilles de papier.

Ces résultats ont donné l'idée à M. Martinole de reprendre une application abandonnée dès le début des machines à dérouler de M. Garand, celle d'utiliser les bois tranchés pour remplacer le papier peint dans la décoration des murs intérieurs des appartements, des navires, etc. Les essais tentés dans ce but avaient échoué faute d'un bon procédé de préparation, qui permît de fixer aisément, solidement et sans grands frais les feuilles sur les murailles. C'est ce procédé que M. Martinole a trouvé, et pour lequel il s'est fait breveter; il consiste à coller, au moyen d'un enduit spécial, sur une des faces, une feuille de papier très-mince, qui a pour objet non-seulement de prévenir les gerçures du bois, mais encore de faciliter l'adhérence de la colle ordinaire destinée à le fixer ensuite sur les murs ou panneaux. Ces bois ainsi doublés sont soumis à l'action d'un

tion, comporte en principe un couteau qui se déplace à la fois suivant deux sens perpendiculaires l'un à l'autre, comme le ferait une scie qui avancerait dans un bloc de bois fixe.

M. White, d'Angleterre, prit un brevet en France le 20 avril 1858, pour une machine à découper le placage, qui nous a paru bien compliquée et peu étudiée dans sa construction.

M. Bishop s'est fait breveter en Angleterre, puis en France, le 14 avril 1858, pour une machine à trancher le placage qui diffère assez sensiblement des machines effectuant en France le même travail. La machine de M. Bishop se distingue en principe par la manière dont le bloc de bois est attaqué; il est fixé sur la table du bâti, et deux couteaux, montés latéralement à cette table, se meuvent obliquement en se rapprochant l'un de l'autre jusqu'à ce que les deux taillants se touchent; dans ce double mouvement, ils ont naturellement attaqué, chacun de leur côté, la pièce de bois, et, arrivés au milieu, la feuille de placage se trouve tranchée. L'auteur prétend que par ce moyen les fibres de bois sont moins fatiguées que par une seule lame. Mais il en résulte une grande complication pour la machine et quelques difficultés d'exécution pour atteindre la précision nécessaire. Un deuxième brevet a été pris le 20 octobre 1860, pour des perfectionnements à cette machine.

M. Cart, mécanicien à Paris, bien connu pour les machines à travailler les bois, et dont nous avons eu l'occasion de publier quelques outils dans ce Recueil, a pris un brevet le 18 mai 1859 pour des perfectionnements à la machine à trancher, lesquels consistent particulièrement dans le mode de transmission ou mouvement de va-et-vient du couteau. Ainsi, au lieu que ce mouvement ait lieu comme dans la machine représentée, pl. 26, au moyen de deux crémaillères et de roues d'engrenage, c'est tout simplement à l'aide d'un arbre vertical disposé à l'arrière de la machine et muni d'une manivelle reliée par une bielle au porte-couteau. Celui-ci est en outre animé d'un léger déplacement dans le sens transversal au moyen de deux guides latéraux à faces inclinées.

laminoir dont les cylindres sont chauffés; ce qui leur donne un très-beau poli, et rend presque inutile le vernissage.

Cette nouvelle application des feuilles très-minces de placage est due naturellement à la machine à trancher à plat par l'économie notable qu'elle procure sur le sciage, en permettant d'utiliser sans le moindre déchet, comme nous l'avons dit, toute l'épaisseur du bloc de bois, et aussi en donnant la faculté d'obtenir une épaisseur presque insensible. Pour atteindre ce dernier résultat, on doit apporter une grande précision dans la construction générale d'une telle machine. C'est ce que l'on appréciera aisément en étudiant le jeu de ses divers organes.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A TRANCHER,

REPRÉSENTÉE PLANCHE 26.

La fig. 1 est un plan général vu en dessus de l'appareil complet supposé en train de fonctionner ;

La fig. 2 en est une section longitudinale faite vers le milieu, suivant la ligne 1-2 du plan ;

La fig. 3 une vue par bout, par derrière, du côté de la transmission de mouvement ;

La fig. 4 une section transversale faite entre le couteau et le guide presseur, suivant la ligne 3-4.

Ces quatre figures sont dessinées à 1/25e de l'exécution.

Les fig. 5 et 6 montrent en détail, à l'échelle de 1/10e, l'assemblage de la lame tranchante sur le porte-outil, et la réunion de celui-ci avec le guide.

Du bati et du plateau qui reçoit le bois a débiter. — La machine est installée au-dessus d'une fosse assez profonde pour en rendre la visite facile, et permettre le graissage des pièces qui servent à donner le mouvement ascensionnel au plateau destiné à recevoir le bloc de bois à débiter ; son bâti est composé de deux longues flasques en fonte A et A′, nervées et à jour, reliées entre elles, à l'arrière, par deux forts boulons formant entretoises *a* et *a′* et, à l'avant, par une plaque B, fondue avec trois nervures pour la consolider et quatre oreilles pour recevoir les boulons d'attache *b*. Avec les deux flasques A et A′ sont venues de fonte des appendices A^2, qui descendent à l'intérieur de la fosse, encastrés dans la maçonnerie de celle-ci, pour recevoir les supports des vis de suspension du plateau et les arbres de leur commande.

Le plateau C, sur lequel le bloc de bois à débiter O est placé, est de forme carrée, des ouvertures sont pratiquées dans son épaisseur pour recevoir les boulons d'attache; il est fondu avec quatre fortes nervures se croisant perpendiculairement en dessous de la table, et avec deux saillies latérales de chaque côté qui sont convenablement dressées pour rece-

voir les écrous en bronze c, maintenus par des chapeaux qui y sont boulonnés. Pour guider bien parallèlement le plateau dans son mouvement d'élévation, les côtés des bossages qui reçoivent les écrous c sont dressés et glissent entre deux règles verticales c', rapportées à l'intérieur, contre les flasques du bâti.

Disposition spéciale de l'outil trancheur. — La partie la plus délicate dans la construction de cette machine est, sans contredit, l'agencement du porte-outil ; de lui seul dépend, en effet, le bon fonctionnement.

L'outil est une sorte de rabot de grande dimension, armé de son fer et de son contre-fer d (fig. 2 et 5). Il est ajusté sur une surface inclinée et bien dressée, faisant partie de la forte traverse en fonte D, qui est le porte-outil proprement dit.

Pour lui donner toute la résistance nécessaire, cette pièce est munie de nervures, et est fondue avec deux joues D′, qui s'étendent latéralement de chaque côté pour former glissière sur les bords dressés du bâti, et présenter dans ce but une surface d'assise assez étendue. La marche rectiligne est, de plus, assurée par une coulisse à queue d'aronde formée par l'épaisseur des bords du bâti et des règles convenablement dressées d' (fig. 4 et 6), vissées sous les joues latérales du porte-outil.

Le fer et son contre-fer sont maintenus solidement sur la surface inclinée de la traverse D par douze écrous, et un même nombre de forts boulons e qui y sont vissés. Ces boulons traversent, en outre, des étriers E qui appuient près du taillant du fer et sont épaulés contre un rebord dressé, ménagé à la nervure verticale du porte-outil, qui est, comme on le remarque sur le plan, fig. 1, placé obliquement par rapport à la direction horizontale de son mouvement.

Pour maintenir le bois, afin que la faible épaisseur attaquée puisse présenter une résistance assez grande à l'effort du couteau, et en même temps pour régler l'uniformité de cette épaisseur, une plaque en cuivre f est fixée au presseur en fonte F. Celui-ci est ajusté avec une grande précision sur le porte-outil, dont il est le complément obligé, de façon à se mouvoir avec lui. La distance du bord de la plaque en cuivre f au taillant du couteau est réglée au moyen de deux vis f' (fig. 5 et 6), que l'on engage plus ou moins de chaque côté, dans l'épaisseur des deux joues D′, qui font partie du porte-outil D.

Il importe aussi de pouvoir soulever ou abaisser, de petites quantités variables à volonté, cette lame f, qui laisse attaquer au fer une épaisseur justement égale à la différence de son niveau, relativement au bois, avec celui du taillant. Ce résultat est obtenu au moyen de deux coins en acier g, ajustés dans des évidements de formes correspondantes à ces coins, et ménagés aux deux extrémités du presseur, dans l'épaisseur des renflements qui s'ajustent sur les saillies dressées des joues D′ du porte-couteau (voyez fig. 5 et 6).

Des vis à tête moletée g' permettent le déplacement de ces coins pour

soulever ou abaisser le presseur; une fois sa position réglée, on assure sa fixité au moyen des vis à tête d'étau G, engagées dans des bossages venus de fonte avec les joues D', qui sont dressées intérieurement pour établir un contact parfait avec des nervures *h* fondues avec le presseur.

Transmission de mouvement. — Sur l'arbre de couche de l'atelier dans lequel cette machine est appelée à fonctionner, est fixé un large tambour qui reçoit les deux courroies H et H'; la première est placée à plat et marche dans le sens indiqué par la flèche, la seconde est croisée pour marcher en sens inverse. Ces deux courroies passent dans les anneaux de deux fourchettes d'embrayage I et I', posées sur un même petit arbre carré J, et destinées à les faire passer alternativement des poulies fixes sur les poulies folles, et *vice versâ*, afin de communiquer au porte-couteau le mouvement alternatif de va-et-vient nécessaire pour opérer le tranchage du bloc de bois en un grand nombre de feuilles minces.

A cet effet sur l'arbre J' sont montées cinq poulies; les deux P et P' sont fixes sur cet arbre et les trois autres p, p', p^2 sont folles, la dernière devant servir pour l'arrêt complet de la machine.

Le mouvement circulaire des deux poulies fixes est transformé en mouvement rectiligne de va-et-vient par l'intermédiaire des deux pignons i et i', qui engrènent avec les deux roues j et j', calées sur l'arbre K, lequel porte à ses extrémités les deux pignons k et k', qui commandent les crémaillères L et L' boulonnées au porte-couteau.

Quand les courroies sont placées comme l'indique le plan (fig. 1), le couteau tranche, c'est-à-dire qu'il marche de droite à gauche, entraîné par la courroie H engagée sur la poulie fixe P. Arrivé à fin de course, un déclenchement automatique actionne l'arbre J, et ses fourchettes I et I' font passer simultanément la courroie H sur la poulie folle p', et la courroie croisée H' sur la poulie fixe P', ce qui détermine la marche en arrière du porte-couteau, par la rotation en sens inverse communiquée à l'arbre J'.

Le contraire a lieu naturellement pour ramener les courroies dans leur première position, quand le porte-couteau arrive à l'extrémité de sa course arrière, afin de solliciter de nouveau son retour en avant.

Le déclenchement qui effectue le déplacement des fourchettes d'embrayage a lieu, comme dans les machines à raboter, au moyen d'une longue tringle l disposée horizontalement contre le bâti de la machine. Cette tringle, convenablement supportée et guidée par des supports l', est reliée par de petites bielles m et m', et un levier M, à deux branches formant équerre, au petit arbre carré J, muni des fourchettes I et I'.

Deux pièces de butée n et n' (fig. 1), dont on peut régler à volonté la place, sont fixées sur cette tringle, et un toc N sur le porte-couteau. A fin de course, ce toc rencontre la pièce de butée correspondante, et avec elle est entraînée la tringle l qui, à son tour, fait mouvoir l'arbre J en déplaçant les courroies de transmission.

Pour assurer ce déplacement et éviter toute hésitation, un levier M′ muni d'un contre-poids N′, oblige les fourchettes, une fois la ligne verticale dépassée, d'achever leur mouvement.

L'arrêt complet de la machine est effectué par l'ouvrier conducteur en poussant la tringle *l* par sa poignée l^2; alors la courroie H passe sur la poulie p^2, et celle H′ sur la poulie également folle p'. Pour maintenir les fourchettes dans cette position, une petite manette *o* est disposée sur le côté du bâti, près de la poignée de manœuvre : cette manette est, à cet effet, munie d'un cran que l'on engage dans la partie saillante d'un toc o' (fig. 2) fixé à la tringle *l*.

Mouvement du plateau pour l'alimentation du bois. — A chaque course de l'outil, après que la feuille a été tranchée, il faut nécessairement que le plateau C qui supporte le bloc de bois O, s'élève d'une quantité correspondante à l'épaisseur de la feuille tranchée, pour présenter de nouveau de la matière au tranchant du couteau.

Ce mouvement est obtenu par le porte-outil même qui, à son retour, au moyen d'un doigt *q*, fixé à la crémaillère L′, vient attaquer une étoile q', qu'il fait tourner d'une certaine quantité, et dont le mouvement est transmis à la fois aux quatre vis Q, Q′, du plateau C.

Voici comment cette transmission a lieu : le petit axe que porte l'étoile q' est muni, intérieurement au bâti, d'une roue dentée *r*, laquelle, au moyen d'une chaîne de Galle R, donne le mouvement à une roue dont l'axe reçoit une roue semblable R′, qui engrène avec un pignon r'.

Celui-ci est calé sur un arbre horizontal S occupant toute la largeur de la machine, et garni à ses deux extrémités d'une petite roue d'angle *s*, actionnant une roue semblable. Cette dernière est fixée sur l'arbre S, fileté vers ses bouts pour engrener avec deux roues à denture hélicoïde, qui sont calées chacune respectivement à la partie inférieure des vis Q′. Par ce moyen, ces vis se trouvent alors obligées de tourner d'une faible quantité chaque fois que l'étoile elle-même tourne.

Cette quantité dont dépend l'élévation du plateau, et qui doit varier naturellement avec l'épaisseur des feuilles de placage que l'on veut obtenir, est réglée par les rapports qui existent entre les engrenages et aussi au moyen de l'étoile, laquelle, dans ce sens, peut être formée d'un nombre de branches plus ou moins grand, de façon qu'à chaque course elle ne puisse faire qu'un quart, un cinquième ou un sixième de révolution.

Quand un bloc de bois est complétement débité, et qu'il s'agit de redescendre le plateau pour en fixer un nouveau, en l'épaulant contre la forte plaque B servant ainsi de butée à l'effort du couteau, on fait tourner relativement assez rapidement les quatre vis C′, en agissant directement sur l'axe de la roue à chaine *r*, au moyen de la manivelle T.

Travail et produits de la machine. — Sur cette machine, on peut débiter des blocs de 2^m300 de longueur sur 1^m800 de largeur maximum;

la vitesse moyenne qu'il est bon de donner à l'outil pour obtenir un bon tranchage est de 14 à 16 mètres environ par minute.

Comme il n'y a que la moitié du temps employé à un travail utile, puisqu'il faut admettre comme perdu celui que met le couteau à revenir à son point de départ, on voit que l'on ne doit compter que sur une production de 8 mètres de largeur par minute, soit, par exemple, 10 feuilles de 80 centimètres ou 5 feuilles de $1^{m}60$; la longueur pouvant varier jusqu'à concurrence de celle du plateau, soit $2^{m}30$.

Pour atteindre ce résultat, l'arbre J', qui porte les poulies de commande P et P', doit être animé d'une vitesse de 50 à 55 révolutions par minute. Cette vitesse, communiquée par les pignons *i* et *i'*, qui ont $0^{m}330$ de diamètre, aux roues *j* et *j'*, de $0^{m}530$, ne transmet plus aux pignons *k* et *k'* que

$$\frac{50^{t} \times 0^{m}330}{0^{m}530} = 31^{t}13;$$

comme ces pignons *k* et *k'* ont $0^{m}160$ de diamètre, la vitesse rectiligne des crémaillères L et L' attachées au porte-outil est alors de :

$$0^{m}160 \times 3,1416 \times 31,13 = 15^{m}640.$$

Il suffirait donc, comme on le remarque, d'augmenter d'un tour ou deux la vitesse des poulies motrices pour obtenir avec les relations indiquées la marche rectiligne maximum de 16 mètres par minute.

Nous avons dit que l'on pouvait débiter, par le tranchage sur cette machine, de 100 à 150 feuilles dans une épaisseur de 27 millimètres; des feuilles aussi minces ne sont employées que pour des usages tout spéciaux, le plus ordinairement ce sont des feuilles de un demi millimètre environ que l'on utilise avantageusement pour le placage, ce qui correspond à un débit de 55 à 60 feuilles dans 27 millimètres.

Dans un bloc de $0^{m}500$ d'épaisseur, par exemple, on obtiendrait :

$$\frac{0^{m}500}{0^{m}027} \times 60 = 1110 \text{ feuilles.}$$

En admettant que le bloc de bois ait 2 mètres seulement de longueur sur $0^{m}80$ de largeur, la totalité de la surface débitée serait de :

$$2^{m} \times 0^{m}80 \times 1110 = 1776 \text{ mètres carrés,}$$

et il faudrait, à raison de 10 feuilles tranchées par minute comme il est dit plus haut, moins de deux heures pour débiter ainsi ce bloc de bois.

Ces résultats montrent bien tout l'avantage que présente ce mode de tranchage sous le double point de vue de l'économie de la matière et de la main-d'œuvre.

Le prix d'une grande machine à trancher dans les dimensions de celle représentée pl. 26, est de 8000 francs prise dans les ateliers des constructeurs, MM. Bernier et Arbey.

MÉTALLURGIE

FABRICATION DE L'ACIER

PAR LE PROCÉDÉ DE M. BESSEMER;

APPAREIL CONVERTISSEUR.

(PLANCHE 27)

En métallurgie, on dit que l'*acier*, qui est le métal le plus voisin du *fer* au point de vue chimique, s'en distingue cependant d'une manière notable, par la finesse de son grain, par sa ténacité, sa fusibilité et sa dureté, comme encore par sa faculté de trempe; ce sont autant de propriétés physiques qui lui donnent sur le fer, pour certaines applications spéciales, une prééminence incontestable et le font rechercher chaque jour de plus en plus.

Pendant longtemps l'emploi de certains fers a été considéré comme indispensable à la production des aciers de qualité. L'Angleterre, qui, avec ses capitaux, s'était assuré à peu près tout le monopole des fers de Suède, et l'Allemagne, avec ses minerais spéciaux, étaient, en Europe, les seules nations produisant de l'acier dans des proportions importantes.

En 1793, la France étant presque complétement dépourvue d'acier, un habile maitre de forge de l'époque, M. Rambourg père, fut chargé d'aller en Carinthie étudier les secrets de la fabrication de ce métal dur, tenace et élastique, si éminemment propre à la confection des outils de toute sorte, des ressorts, des armes et des cuirasses.

Après des efforts sérieux, cette fabrication a fini par compter, chez nous, des producteurs éminents à la tête desquels la notoriété publique a placé la maison Jackson qui, en 1810, avait fondé près de Saint-Étienne l'une des premières usines françaises pour l'acier fondu, et plus tard, à Assailly, une autre fabrique plus importante que MM. Petin et Gaudet ont depuis considérablement augmentée et améliorée.

M. Frémy, de l'Institut, à qui l'on doit les plus savantes recherches sur la fabrication de l'acier, a dit avec raison que tous les perfectionne-

ments qui s'introduisent dans cette fabrication exercent la plus heureuse influence sur les progrès de l'industrie. On doit donc encourager tous les efforts qui peuvent améliorer la qualité de l'acier ou faire baisser son prix de revient (1).

Aussi c'est l'un des sujets qui, dans ces dernières années, a le plus occupé les inventeurs, les métallurgistes de toutes les nations. Nous avons pu en fournir la preuve par les nombreux articles publiés dans notre Revue mensuelle, le *Génie industriel*. Mais disons-le tout de suite, on devient d'autant plus difficile maintenant dans le choix des aciers que l'on produit de meilleurs fers. Car il faut bien le reconnaître, la fabrication du fer s'est considérablement améliorée depuis plusieurs années; et nos grands maîtres de forge sont parvenus à livrer à la construction mécanique et aux chemins de fer, des arbres, des essieux coudés, des cercles, des bandages de roues, en fer corroyé, qui sont d'une qualité bien supérieure à ceux que l'on fabriquait il n'y a pas seulement vingt ans.

« En 1851, M. le Play, avec une autorité que lui donnaient ses beaux et utiles travaux sur la fabrication de l'acier, a fait connaître toutes les conditions qui permettent d'obtenir l'acier fondu par la méthode du Yorkshire (2).

« Il a démontré que, si un fer ne possède pas la *propension acièreuse* qui tient à son minerai, il ne produira jamais un bon acier de cémentation; cette qualité appartient surtout aux fers du Nord parmi lesquels les fers de Suède occupent le premier rang.

« Les principes posés par M. le Play ont été confirmés par une longue pratique et ont trouvé à la dernière Exposition universelle une nouvelle consécration. Les aciers fondus de première marque sont encore aujourd'hui ceux que l'on obtient en cémentant des fers de Suède ou de Russie, et en les fondant par la méthode que Benjamin Hunstmann a introduite à Sheffield vers l'année 1749.

« A la suite de l'Exposition de 1855, M. Michel Chevalier a constaté, avec justesse, les perfectionnements importants que le puddlage venait d'introduire dans la fabrication de l'acier. La Prusse présentait alors à l'industrie un acier nouveau qui offrait toutes les qualités de l'acier naturel et quelquefois même celles de l'acier de cémentation : il était

(1) Dans le vol. IX de ce Recueil, en décrivant les dispositions de fours propres à la fusion de l'acier, imaginées par MM. James Jackson et fils, à Saint-Seurin-sur-l'Ile, près Bordeaux nous avons donné, d'après M. Le Play, une notice historique et les procédés de fabrication ordinairement employés pour obtenir l'acier fondu.

(2) On peut lire, avec beaucoup d'intérêt, le compte rendu que M. Frémy a donné au sujet de la fabrication de l'acier, dans *les rapports des membres de la section française du Jury international sur l'Exposition universelle de Londres en 1862;* nous croyons faire plaisir à nos lecteurs en en extrayant plusieurs passages. Déjà on connaît, par les derniers volumes du *Génie industriel*, les divers mémoires lus à l'Académie des sciences par le savant auteur.

tenace, malléable, facile à souder, et cependant il avait été produit avec la houille, dans le four à puddler, sans l'intervention du charbon de bois. »

Depuis lors, M. A. Sudre, ancien maître des forge, a fait des essais en 1861, à l'usine de Montataire, par ordre et aux frais de S. M. l'Empereur, avec un système de four à réverbère propre à fondre l'acier, système pour lequel il s'est fait breveter en 1857.

M. Michel Chevalier disait, en 1855, « que, dans l'industrie de l'acier, le fait le plus remarquable de l'Exposition était la fabrication de l'acier par le puddlage; et, en effet, l'acier puddlé s'est fait aujourd'hui sa place dans l'industrie, il ne disparaîtra plus; sa fabrication économique lui permettra souvent de lutter avec l'acier naturel et l'acier cémenté; sa malléabilité à froid et sa facilité à souder lui donnent, pour certaines applications, un avantage véritable sur l'acier fondu; l'acier puddlé, fondu au creuset avec des quantités convenables de charbon et d'oxyde de manganèse fournit, dans certaines usines, des aciers fort estimés. »

On se rappelle avoir remarqué les belles pièces en acier de M. Krupp d'Essen, en Prusse, qui avait formé un fort joli groupe à l'Exposition de 1855 (1). On admirait aussi ceux de la maison Jackson de Saint-Seurin-sur-l'Ile (Dordogne), et plus particulièrement encore les produits très-variés de MM. Petin et Gaudet qui, les premiers, ont proposé et fabriqué des tôles d'acier pour chaudières à vapeur. Quoique des ingénieurs paraissent encore douter de l'efficacité de cette application, les essais ont été jugés assez favorables pour que l'administration supérieure ait cru

(1) A l'Exposition dernière, M. Krupp avait envoyé un bloc cylindrique en acier fondu de 20 tonnes, et un arbre coudé pour bateau, bruts de forge, de 15,500 kilog., qui a été retiré d'un lingot de 25 tonnes. On examinait avec beaucoup d'intérêt un autre bloc de 15 tonnes, martelé sur une partie de sa longueur, rompu ensuite, et dont un fragment était complétement replié sur lui-même pour montrer, par le rapprochement des cassures, les changements successifs que subit le grain de l'acier dans le martelage.

M. Krupp emploie, comme matière première, des aciers puddlés qu'il produit lui-même en grande quantité par l'affinage de fontes miroitantes de Liégen, ou qu'il tire des forges de ce pays. Le fer puddlé, dont chaque barre est rompue et classée avec soin, est ensuite fondu dans des creusets par quantité de 35 kilog. environ. Les fours de fusion, au nombre de 400, contiennent 2 à 24 creusets; leurs produits sont réunis pour couler les grandes pièces, dont le forgeage s'effectue ensuite par des marteaux de force convenable, dont l'un ne pèse pas moins de 50 tonnes.

Les usines de M. Krupp produisent 7 à 800 tonnes par semaine, et leurs produits courants se vendent à raison de :

1,125 fr.	la tonne	pour les aciers laminés ordinaires;
1,800	—	pour les essieux droits et bandages;
2,800	—	pour les roues de wagon;
3,750	—	pour les arbres de machines, etc.;

Avec divers prix intermédiaires pour les sujétions de modèles, dimensions, et qualités.

devoir encourager et autoriser la construction des générateurs en acier qui sont acceptés avec des feuilles ayant beaucoup moins d'épaisseur que les tôles de fer.

MM. Petin et Gaudet sont toujours en tête des améliorations qui peuvent être apportées dans leur spécialité. Ainsi ils ne se sont pas seulement occupés de faire des innovations notables dans la fabrication des pièces en fer forgé, comme les essieux coudés, les bandages de roues, les plaques de blindage, les roues de wagons et de locomotives : ils ont encore cherché, après avoir acquis les aciéries de Lorette et d'Assailly, à perfectionner les procédés employés dans ces usines, et notamment à créer le moulage en acier fondu, dont nous nous proposons de parler prochainement. Et lorsque le système de M. Bessemer, qui a tout d'abord été essayé à Saint-Seurin par M. James Jackson, puis continué par son fils, M. William (1), a paru donner des résultats pratiques, ils se sont empressés de s'entendre avec l'inventeur pour en faire l'application chez eux, en installant à cet effet des appareils sur une grande échelle, permettant de produire des quantités considérables d'acier fondu.

On sait que la nouvelle méthode due à M. Bessemer a pour but d'obtenir directement de l'acier fondu en faisant passer un courant d'air forcé dans la fonte liquide.

Cette découverte, connue déjà depuis quelques années, puisque les premiers brevets datent de 1855 et 1856 (2), est aujourd'hui considérée par les hommes les plus compétents comme faisant époque dans l'industrie métallurgique. Aussi, après en avoir parlé d'une manière succincte dans le *Génie industriel*, nous avons pensé qu'il devenait opportun de faire connaître ce nouveau procédé avec tous les détails intéressants qu'il comporte, et avec les derniers perfectionnements apportés par l'auteur même et qui sont compris dans son privilége le plus récent.

L'appareil de M. Bessemer a été installé à Sheffield, au centre des

(1) MM. Jackson, à qui l'on doit aussi des améliorations utiles dans la fabrication de l'acier, avaient exposé, en 1862, des aciers cémentés étirés, en barres de différentes dimensions et d'un beau grain, et des ressorts d'une bonne fabrication; ils y avaient joint un canon, un essieu, des feuilles de ressorts et des barres, fabriqués en acier Bessemer.

(2) M. Bessemer a pris une première patente en Angleterre, le 17 octobre 1855, et un brevet en France, le 24 janvier 1856, sous le titre de : « *Perfectionnements dans la fabrication du fer et de l'acier;* puis, au même titre, une seconde patente anglaise le 4 janvier 1856, et le brevet français correspondant le 24 du même mois. Le premier de ces brevets a été suivi de cinq additions successives.

Le 17 mai 1858, le même inventeur a demandé un brevet spécial pour des *améliorations dans la fabrication des rails et autres barres, plaques et tringles en fer ou en acier*, lesquels ont fait l'objet d'une patente antérieure du 6 novembre 1857.

Il obtint en outre, le 5 avril 1859, un nouveau brevet d'invention de quinze ans pour des *perfectionnements dans la fabrication du fer et de l'acier, et dans les appareils employés dans cette fabrication.* Enfin, son dernier brevet, pris en France sous le même titre, est du 13 décembre 1861.

aciéries du Yorkshire, chez M. John Brown, à côté de sa grande fabrique d'acier qui marche toujours suivant la méthode ordinaire. Après avoir notablement amélioré son appareil, l'auteur est arrivé à l'Exposition de 1862 avec des aciers malléables et tenaces qui ont fait l'admiration de tous les métallurgistes.

M. Frémy a suivi avec beaucoup d'intérêt la nouvelle fabrication, qui lui paraissait être la réalisation industrielle des théories qu'il avait émises sur la constitution de l'acier, et doit, à son avis, permettre d'employer nos fontes françaises dans l'aciération.

« Je n'admettais pas, dit-il, que l'acier fût seulement un carbure de fer, plus carburé que le fer et moins carburé que la fonte. J'avais dit que, pour faire de l'acier, il ne suffisait pas de donner du carbone au fer par la cémentation, ou d'en ôter à la fonte par le puddlage, car, dans cette théorie, tous les fers et toutes les fontes auraient été propres à l'aciération, ce qui est démenti par la pratique.

« J'avais fait jouer un rôle essentiel et constitutif dans l'aciération à plusieurs métalloïdes, tels que l'azote, le phosphore et le carbone. J'avais enfin annoncé que l'on pouvait faire des aciers excellents avec des fers français non aciéreux bien purifiés, auxquels on donnerait la substance aciéreuse qui leur manque, soit en les cémentant avec des corps que j'ai fait connaître, soit en les unissant à des fontes aciéreuses.

« Toutes ces conditions se trouvent réalisées dans l'opération de M. Bessemer. »

En présence des oppositions que ce procédé a rencontrés, M. Frémy a voulu étudier par lui-même tous les détails de la nouvelle méthode d'aciération. Il s'est donc rendu à Sheffield, où M. J. Brown l'a initié à tous les secrets de la fabrication de l'acier.

Il a vu fonctionner, pour la première fois, dans la belle usine de cet habile métallurgiste, le CONVERTISSEUR (*converter*) de M. Bessemer, dans lequel 2,000 kilogrammes de fonte ont été affinés, dit-il, en moins de 15 minutes.

« Cette admirable opération, raconte M. Frémy, a produit sur moi l'impression la plus profonde ; mais elle m'a laissé quelques doutes sur la qualité de l'acier qu'elle pouvait fournir. En effet, le métal n'a été soumis devant moi à aucune épreuve, et tous nos collègues, bien experts en fabrication d'acier, soutenaient que l'acier Bessemer, applicable à certains usages, ne prenait la trempe que d'une manière irrégulière. »

D'un autre côté, M. Frémy redoutait que nos fontes françaises au bois ne fussent trop *froides*, et que nos fontes au coke ne continssent trop de soufre et de phosphore pour être utilement affinées par la nouvelle méthode.

« Tous mes doutes, ajoute-t-il, devaient être levés par une étude approfondie du procédé Bessemer que j'ai pu faire dans une usine française, chez M. William Jackson, à Saint-Seurin-sur-l'Ile.

« L'acier y est obtenu par la cémentation des meilleurs fers de Suède, par le puddlage des fontes aciéreuses, par la réaction au creuset des mélanges qui peuvent aciérer le fer. L'acier provenant de ces différentes opérations reçoit ensuite, par la fusion et le corroyage, toutes les nuances de qualité qu'exige l'industrie.

« A côté de cette belle fabrication, qui peut rivaliser avec celles que j'ai vues dans le Yorskire, M. W. Jackson, homme de progrès avant tout, n'a pas craint d'installer, depuis plusieurs années, dans son usine, l'appareil Bessemer (1). »

En 1861, M. Jackson eut l'obligeance de nous apporter des échantillons d'acier qu'il avait obtenus par ce procédé, et nous annonçait qu'il espérait pouvoir livrer avant peu au commerce et aux chemins de fer des aciers de diverses sortes à des prix extrêmement réduits.

Aujourd'hui, pour donner plus d'extension à son entreprise, M. Jackson s'est associé avec la maison Boigues, Rambourg et Compagnie, qui doivent très-prochainement installer le même système dans leur usine d'Imphy. D'autres établissements métallurgiques ne tarderont pas à en faire autant. Nous avons donc la certitude qu'une description détaillée de cette nouvelle méthode sera vue avec beaucoup d'intérêt par la plupart de nos lecteurs.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL BESSEMER,

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. DE LA PL. 27.

Le dessin, pl. 27, montre les dernières dispositions de l'appareil imaginé et perfectionné par M. Bessemer, pour convertir la fonte de fer en acier ou en fer malléable.

Comme nous l'avons dit, l'innovation de l'habile métallurgiste consiste particulièrement à insuffler un énergique courant d'air atmosphérique, à travers la masse métallique en fusion.

Ce courant d'air, loin de refroidir cette masse, comme on serait tenté de le croire tout d'abord, l'échauffe au contraire par suite de la combustion des corps, plus oxydables que le fer, qui se trouvent dans la fonte. La disposition de ces corps se fait successivement et dans un ordre qui dépend de leur oxydabilité et de leur affinité pour le fer.

L'opération n'exige donc pas de dépense de charbon, les métalloïdes contenus dans la fonte sont les véritables combustibles qui, en s'oxydant, produisent la température nécessaire.

« L'affinage Bessemer s'éloigne, comme l'observe M. Frémy, du *mazéage*, où les tuyères ne pénètrent jamais dans la masse métallique,

(1) Cette première application de l'appareil de M. Bessemer lui garantissait son privilége en France; car on sait que la loi de 1844 exige la mise à exécution d'un brevet dans les deux premières années de la demande.

et qui donnent le *fine-métal* bien différent de l'acier par tous les caractères.

« Lorsqu'une fonte contient les éléments de l'acier, et en outre des corps nuisibles que le courant d'air peut enlever sans détruire l'aciération, l'acier Bessemer est obtenu immédiatement en arrêtant l'affinage au moment où les corps inutiles ont été oxydés.

« Mais dans la plupart des cas, pour produire un acier pur et surtout d'une qualité déterminée, on a intérêt à éliminer complétement tous les métalloïdes qui existent dans la fonte, à produire du fer, et même du *fer azoté* ou *brûlé;* on reconstitue ensuite l'acier en mélangeant le fer azoté avec une fonte aciéreuse.

« La fabrication de l'acier par le procédé Bessemer est alors d'une simplicité merveilleuse : elle revient à introduire dans du fer fondu, et complétement affiné, des quantités variables de matières aciéreuses qui se trouvent dans une fonte convenablement choisie. »

Les fig. 1 et 2 représentent en élévation et en plan, à l'échelle de 1/100e, le système complet, composé de deux cornues ou *convertisseurs* qui permettent de ne pas avoir d'interruption dans le travail, et qui, à cet effet, sont placés de chaque côté d'une forte grue hydraulique, au moyen de laquelle on leur présente successivement la *poche* qu'ils doivent remplir de métal.

La fig. 3 représente, à l'échelle de 1/40e, une coupe verticale faite par le milieu de l'un de ces convertisseurs, et parallèlement au plan des tourillons sur lesquels on le fait basculer, soit pour l'incliner de manière à verser la matière dans la poche, soit, au contraire, pour le redresser et lui permettre de recevoir la fonte liquide sortant du fourneau de fusion.

Les fig. 4, 5 et 6 sont les détails de la boite à air qui s'applique à la base de la cornue dont elle forme le fond, et qui est munie de sept tuyères percées de trous d'un petit diamètre, pour diviser les courants qu'elles dirigent dans la masse métallique.

La fig. 7 est une section verticale faite par l'axe de la presse hydraulique horizontale, destinée à mouvoir le mécanisme à l'aide duquel on fait tourner le convertisseur.

Les fig. 8 et 9 montrent en coupe et en vue de côté la partie supérieure de la grue hydraulique, et du bras mobile qui d'un côté porte la poche, et de l'autre le contre-poids qui lui fait équilibre en changeant de place suivant que cette poche est pleine ou vide.

Les dimensions de l'appareil représenté sont telles qu'elles permettent de convertir à la fois, dans chaque cornue, 5 à 6,000 kilog. de fonte en acier ; ce sont celles qui nous paraissent être les plus grandes indiquées jusqu'ici.

Les convertisseurs qui ont été adoptés chez MM. Petin et Gaudet, à Assailly, sont établis pour produire cette quantité.

L'appareil Bessemer dans lequel s'effectue l'élaboration, et auquel l'au-

teur a donné le nom de *convertisseur*, consiste, comme on peut le voir sur les figures, en une sorte de *cornue* A, laquelle est formée d'une forte épaisseur de terre réfractaire (1) qui garnit l'intérieur d'une enveloppe en fer. Celle-ci est composée de plusieurs feuilles de tôles, rivées dans certaines parties et boulonnées dans d'autres, de façon à pouvoir au besoin la démonter, ce qui est nécessaire toutes les fois qu'il faut refaire les parois réfractaires qui, à cause de la température élevée, sont susceptibles de se détériorer rapidement.

On voit par la coupe (fig. 3) que cette cornue, cylindrique au ventre et sphérique vers ses deux bouts, se trouve étranglée et recourbée à sa partie supérieure de manière à présenter une sorte de bec oblique par lequel on peut y couler la fonte lorsqu'on lui fait occuper la position convenable, et par lequel aussi on fait écouler l'acier lorsqu'on la renverse.

La base se termine par un fond plat auquel se rapporte une grande boite circulaire B, en fonte, dite *boite à air*, à laquelle sont fixées sept tuyères verticales C, en terre réfractaire, qui traversent toute l'épaisseur du fond, afin de déboucher à l'intérieur, en y conduisant les filets d'air qu'elles doivent envoyer dans la masse liquide.

Chacune de ces tuyères est percée d'une douzaine de trous ronds de 1 centimètre de diamètre ; elle est vissée, comme le montrent les détails fig. 4, 5 et 6, au fond supérieur de la boite, et retenue en outre par une vis de pression *a*, taraudée au milieu d'une traverse en fer *b*, assemblée à charnière d'un bout, et pénétrant par l'autre dans une encoche qui la maintient solidement en place. Ce mode d'assemblage permet de retirer la tuyère au besoin sans trop de difficultés ; il faut pour cela enlever le couvercle *c* qui est rapporté au fond inférieur de la boite, en regard de chaque tuyère, et retenu au moyen de clavettes *d*.

MM. Petin et Gaudet, trouvant cette disposition trop compliquée, ont imaginé un système plus simple qui permet de faire le changement de tuyères avec plus de rapidité. En praticiens habiles qui savent que, dans des opérations de cette importance, il est nécessaire de ne pas perdre de temps, ils n'ont pas tardé à reconnaitre les inconvénients qui se présentent toujours dans l'installation d'appareils nouveaux, et à rechercher, par suite, les moyens d'y porter remède. Leur mécanisme se réduit à une traverse à bascule et un bouchon que l'on peut enlever et remettre en quelques instants.

Il faut, dans tous les cas, que la boite soit bien étanche pour recevoir la masse d'air qui y arrive par le gros tuyau en fonte D, lorsque la communication de celui-ci avec la soufflerie n'est pas interrompue.

(1) En Angleterre, la terre réfractaire est mêlée de sable et de pierre siliceuse pulvérisée. Les vases en terre réfractaire employés en France paraissent généralement plus résistants aux grandes températures. Ainsi, chez MM. Petin et Gaudet, les tuyères de leurs convertisseurs durent plus longtemps que celles appliquées dans l'usine de M. Brown.

Nous avons dit que le convertisseur se remplit et se vide par la même ouverture. Il doit, à cet effet, pouvoir tourner sur lui-même d'une certaine quantité, soit quand il est chargé, soit quand il est vide. Or, à cause du poids énorme de l'appareil qui, avec la quantité de métal qu'il renferme, le rend évidemment très-difficile à manœuvrer, il était indispensable d'appliquer un mécanisme particulier.

M. Bessemer, à qui les idées ne font jamais défaut, a vaincu la difficulté par une disposition très-ingénieuse qui constitue à elle seule une véritable innovation.

Remarquons d'abord qu'il a entouré le ventre de la cornue d'une large et forte ceinture E, rivée solidement par des pattes à l'enveloppe en fer, et fondue avec deux gros tourillons *e*, *e'*, dont l'un est creux pour faire communiquer le tuyau D auquel il se relie avec la colonne à soupape E, qui, creuse aussi, reçoit par un conduit souterrain tout l'air comprimé que lui envoie une machine soufflante installée dans un local séparé de la fonderie.

La soupape *f*, qui est renfermée dans la partie supérieure de la colonne, forme une sorte de tiroir cylindrique ajusté avec soin et dont la tige, traversant une boite à étoupe, est surmontée extérieurement d'un poids qui fait résistance à la pression de l'air intérieur. Lorsque ce tiroir occupe la position élevée indiquée sur la coupe (fig. 3), il met à découvert les orifices rectangulaires pratiqués sur tout le contour de la paroi alésée de la colonne, et permet ainsi à l'air venant de la soufflerie de passer dans le gros tuyau D et par conséquent dans la boite à air. La tige de ce tiroir est surchargée d'un fort poids et traversée en dehors de son *stuffing-box* par un levier *g* qui, pendant la rotation du convertisseur, se trouve soulevé par une camme ou rondelle excentrique *h*, rapportée à l'extérieur du *stuffing-box*, qui fait raccorder la tubulure latérale G de la colonne avec le tourillon creux, lequel est aussi percé latéralement de plusieurs orifices. Le soulèvement du levier a justement lieu au moment où on redresse la cornue, après y avoir fait venir le métal fondu du four de fusion. Cette précaution est utile pour que la matière ne couvre pas les trous des tuyères par lesquelles le vent arrive. Mais pendant la coulée, la camme *h* a laissé descendre la soupape, afin que l'entrée de l'air dans l'appareil fût tout à fait interrompue.

On peut aussi, selon les besoins, maintenir la soupape ouverte en plaçant tout simplement une cale en fer sous le levier pour l'éloigner de la camme d'une quantité suffisante.

Le second tourillon *e'* est plein et se relie par un fort manchon H (fig. 2 et 3) à un arbre très-court I, par lequel il reçoit un mouvement circulaire alternatif, dont l'amplitude correspond à un peu plus d'un quart de révolution. Ce bout d'arbre est supporté, ainsi que les tourillons, par de fortes chaises en fonte J J', qui, solidement assises sur un massif en pierre de taille, permettent de tenir l'appareil à une hauteur conve-

nable au-dessus du sol. Il porte une roue dentée K, qui engrène avec une crémaillère droite *k*, dont la tige se prolonge horizontalement pour s'assembler, par son extrémité, avec le piston *l* (voyez fig. 7) ajusté et mobile dans l'intérieur du long cylindre L, de manière à fonctionner exactement comme le piston d'une presse hydraulique.

Ce cylindre n'est autre, en effet, qu'un corps de pompe qui, percé à ses deux extrémités, peut recevoir tantôt par l'une et tantôt par l'autre, un filet d'eau que lui envoie une pompe d'injection, soit par le tuyau *j*, soit par le tuyau *j'* (fig. 1, 2 et 7). Pour les deux convertisseurs, il y a deux appareils semblables, qui sont placés symétriquement, ce qui permet de les faire marcher indépendamment l'un de l'autre.

On comprend sans peine, par cette disposition, que, lorsque l'eau est refoulée dans le cylindre, à gauche du piston par exemple, fig. 7, elle pousse celui-ci vers la droite, et par suite la crémaillère fait tourner la roue K et son arbre (pour le premier convertisseur, celui de gauche) dans le sens indiqué par la flèche *i* (fig. 1re), de manière à faire redresser la cornue, pour que son col se présente vers le haut. Le contraire a lieu lorsqu'on fait arriver l'eau par le tuyau *j*; elle presse alors le piston de droite à gauche, et la cornue tourne dans le sens opposé, pour que son col puisse verser l'acier dans la poche M, que l'on a le soin d'approcher près d'elle.

M. Bessemer a également imaginé un mécanisme fort ingénieux pour la manœuvre de cette poche, qui doit occuper différentes positions lorsqu'elle est pleine comme lorsqu'elle est vide.

Ainsi, avant de la remplir, il faut la chauffer préalablement, afin de ne pas saisir le métal liquide qu'on doit y verser. Pour cela, l'auteur a disposé à égale distance des deux convertisseurs un petit fourneau cylindrique N (fig. 2) alimenté par un courant d'air venant de la soufflerie, et sur lequel on transporte la poche, après l'avoir fait tourner sur elle-même, de façon à présenter ses parois intérieures, garnies de terre réfractaire, à l'action du foyer.

Cette opération devient assez longue, en ce qu'elle exige l'allée et le retour de la poche depuis la cornue jusqu'au fourneau, et en outre une demi-rotation également répétée pour la renverser et la redresser. MM. Petin et Gaudet ont cherché à éviter une telle manœuvre en chauffant directement la poche sur place et dans sa position naturelle.

La double manœuvre que l'on est obligé de faire, avec l'emploi du fourneau spécial N, appliqué par M. Bessemer, est facilitée à l'aide d'une grue hydraulique dont les fig. 1 et 8 montrent la partie supérieure. Cette grue se compose d'une colonne fixe en fonte O, qui est solidement scellée dans un massif en maçonnerie, et d'un arbre vertical P, creux sur toute sa hauteur, mais fermé aux deux bouts, et tourné dans une grande partie, comme le piston plein d'une presse hydraulique. Une double

garniture de cuir et d'étoupe forme une sorte de collet hermétique à cet arbre, et empêche les fuites.

Au-dessus est rapporté un énorme bras horizontal, composé d'un fort plateau carré Q, en fonte et à jours, et de deux flasques verticales et parallèles en fer Q′, boulonnées et reliées entre elles par des entretoises. Au centre du plateau est ajusté un pivot d'acier terminé par une saillie hémisphérique qui repose et tourne sur le sommet de l'arbre alésé à cet effet. Les flasques Q′ sont prolongées d'un côté pour porter la poche M, qui, comme la cornue, est montée sur deux tourillons, afin de la faire pivoter sur elle-même, et, de l'autre bout, elles reçoivent une espèce de chariot R servant de contre-poids mobile, que l'on peut faire rouler sur ses deux paires de galets; disposition importante qui permet de le rapprocher ou de l'écarter du centre de la grue, selon la charge plus ou moins considérable qui agit sur la première partie du bras, et par suite de tenir constamment tout le système dans un parfait état d'équilibre, que la poche soit pleine ou vide. Pour effectuer le roulement, l'ouvrier chargé de la manœuvre prend la manivelle *n* (fig. 7 et 8), dont l'axe vertical porte, à la partie inférieure, une vis sans fin qui engrène avec une roue dentée héliçoïdale *o*, montée sur l'essieu de l'une des deux paires de galets. Par ce mode de commande, le chariot reste toujours à la place même où l'ouvrier l'arrête.

Quand cette position est atteinte, de façon à ce que le contre-poids (que l'on peut d'ailleurs augmenter ou diminuer selon les besoins) fasse exactement équilibre à la charge opposée, on fait pivoter la grue sur elle-même. A cet effet, deux hommes armés chacun d'une manivelle, qu'ils montent aux extrémités de l'axe horizontal *p* (fig. 2, 8 et 9), font tourner la paire d'engrenages d'angle *q*, *q′*, et par suite le gros pignon droit *r′*, qui commande la grande roue horizontale R′ ajustée au-dessus du collet de l'axe de la grue.

Maintenant, lorsqu'il est nécessaire de faire monter tout le système, il suffit d'ouvrir un robinet adapté au tuyau qui établit la communication entre la pompe d'injection et l'intérieur de la colonne fixe O; l'eau que le piston de cette pompe refoule presse sous la base de l'arbre vertical de la grue, et le force à s'élever en le maintenant autant qu'on le juge à propos dans la position qu'on a voulu lui faire prendre.

Pour opérer le mouvement de bascule ou le renversement de la poche, l'auteur a appliqué un mécanisme analogue à celui que l'on vient de voir pour faire marcher le chariot contre-poids. Ainsi, sur le côté de l'une des flasques Q′ est un axe horizontal *s*, commandé par une paire de petites roues d'angle *t*, et portant une vis sans fin que l'on embraye avec la roue héliçoïdale *u*. Par cette disposition, un ou deux hommes peuvent parfaitement suffire à la manœuvre de la poche.

Au fond de celle-ci est ménagée une ouverture conique que l'on bouche hermétiquement par un tampon de même forme, dont la tige

s'élève verticalement jusqu'au sommet, en passant dans une traverse qui lui sert de guide. En soulevant plus ou moins cette espèce de soupape, on règle au degré convenable la quantité de matière que l'on doit verser dans les moules.

SERVICE ET TRAVAIL DE L'APPAREIL.

Comme nous l'avons dit plus haut, un atelier Bessemer se compose de deux *convertisseurs*, alimentés chacun en particulier par un ou deux fours de fusion et desservis tous deux par une même poche près de laquelle on apporte une série de moules ordinaires que l'on a le soin de disposer sur le trajet qu'elle peut parcourir avec la grue hydraulique.

Il est rare que l'usine soit placée de façon à ce que l'on puisse faire couler la fonte directement d'un haut-fourneau dans les convertisseurs. On est obligé de la refondre dans des cubilots ou fourneaux à manche. Il convient alors d'en avoir quatre pour alimenter des grands convertisseurs comme ceux représentés sur la planche 27.

Ces fours de fusion, qui n'ont été figurés sur le plan général que par deux rectangles S, ne présentent rien de particulier. Seulement ils doivent être construits de façon à se trouver à un niveau supérieur à celui de l'atelier, ce qui explique les marches d'escalier T tracées sur les figures 1 et 2. Chacun des fours est suivi d'une rigole ou conduite fixe qui peut être prolongée par une gouttière ou rigole mobile pour faire arriver la fonte dans le convertisseur.

Le premier appareil Bessemer qui a été appliqué en France, à Saint-Seurin, est disposé pour affiner seulement 1,000 kilogrammes de fonte en un quart d'heure environ; celui de M. John Brown, à Sheffield, en affine le double dans le même temps. Les derniers appareils établis à Assailly sont dans des proportions beaucoup plus grandes, chaque cornue peut convertir 5 à 6,000 kilogrammes de fonte à la fois en 15 ou 20 minutes. Aussi, lorsqu'une soufflerie de 40 à 50 chevaux est suffisante pour alimenter un petit établissement, il en faut une deux à trois fois plus considérable pour un grand atelier tel que celui de MM. Petin et Gaudet. Comme il est préférable de n'avoir qu'une seule machine soufflante pour desservir les divers appareils, on envoie le vent d'abord dans un grand réservoir afin de le distribuer partout où il est nécessaire, et à une pression constante, qui, pendant la marche, est d'environ une atmosphère effective.

Les fours de fusion étant chargés, pendant qu'ils sont en activité, et avant que la fonte ne soit complétement rendue à l'état liquide, on a le soin de chauffer l'intérieur de la cornue destinée à la recevoir; à cet effet, on y a versé du coke ou du charbon de bois allumé dont on active la combustion avec des courants d'air forcé que l'on y fait arriver par les

tuyères jusqu'à ce que toute la paroi interne ait acquis une chaleur intense.

L'ouvrier chargé de ce soin, au moyen de la presse hydraulique et du mécanisme décrit plus haut, renverse alors la cornue, de manière à faire sortir le coke en excès. Puis il la ramène bientôt à sa position primitive, de telle sorte que son col puisse recevoir le métal liquide que l'on y amène par la gouttière qui correspond au trou de coulée du four de fusion. Après quoi, il continue le mouvement de redressement de la cornue; c'est dans ce mouvement que la rondelle excentrique soulève le levier de la soupape cylindrique *f* pour permettre l'introduction du vent dans l'intérieur du convertisseur, avant que les orifices des tuyères ne soient recouverts par le métal liquide, afin que celui-ci ne puisse y pénétrer.

Le redressement se continue jusqu'à ce que le col de la cornue soit à peu près vertical; l'opération est alors en pleine activité : l'air, arrivant par toutes les tuyères à la fois, se distribue dans la masse liquide, qu'il décarbure et purifie très-rapidement, pendant que la température augmente d'une manière prodigieuse.

La première impression de l'air sur la fonte fait dégager un grand nombre d'étincelles; au bout de quelques minutes on voit apparaître, par le sommet du col, une flamme assez courte, rougeâtre, qui va sans cesse en croissant et en s'éclaircissant pendant la durée de la conversion. Avec un peu d'habitude, les ouvriers trouvent bientôt dans les diverses nuances de cette flamme des indications assez précises pour la conduite de l'opération.

Lorsqu'après un quart d'heure d'insufflation continue dans cette masse bouillante, on juge que l'affinage est arrivé au point désiré, on peut couler directement le métal dans la poche. Toutefois, on y ajoute préalablement, en général, la quantité de fonte aciéreuse nécessaire pour obtenir un degré d'acier déterminé. A cet effet, on relève l'appareil pendant un moment, pour mélanger le fer et la fonte, puis on le renverse en dépassant la position horizontale. On fait alors verser le produit dans la poche, que l'on a eu le soin de chauffer, comme nous l'avons dit, et de placer à la hauteur voulue, à l'aide de la grue hydraulique. Dès que cette poche est pleine, on la transporte, toujours avec la grue, successivement au-dessus de chacun des moules qui ont été disposés près de l'appareil.

La durée de l'opération relative à la conversion est en moyenne, nous le répétons, de 15 à 20 minutes; elle est nécessairement variable selon la nature des fontes employées, comme aussi selon la qualité de l'acier que l'on veut obtenir. L'inventeur estime que la quantité d'air que l'on doit faire passer à travers la masse en fusion est d'environ 20 mètres cubes par minute et par chaque tonne de métal.

« Le petit appareil établi chez MM. Jackson permet, dit le rapporteur, de faire aisément 3 à 4 opérations par jour; les ouvriers s'en approchent

sans crainte, et nous ne sachons pas que jusqu'à présent ils aient souffert de brûlures très- graves. On peut donc, ajoute le rapport, avoir la certitude que le système est devenu tout à fait manufacturier. »

Avec les grands appareils de MM. Petin et Gaudet, et qui correspondent comme dimensions à ceux représentés sur notre gravure, on peut arriver à convertir en quelques heures toute la fonte produite dans une journée par un haut-fourneau au charbon de bois, c'est-à-dire faire plus de travail que dix à douze fours à puddler.

Observations. — D'après M. Frémy, « si on coule le métal Bessemer lorsque l'affinage de la fonte est terminé, et avant l'addition de la fonte aciéreuse, on obtient un corps qui présente tous les caractères du *fer brûlé* ou du *fer azoté* : il cristallise en larges facettes, il est tenace à froid, mais éminemment *rouverin*. Dans cet état il ne peut recevoir aucune application ; mais il sera facile de lui donner par un traitement convenable, les propriétés qui caractérisent un bon fer. Alors l'appareil Bessemer produira, à volonté, du fer malléable ou de l'acier fondu.

« On avait admis, jusqu'à présent, que cet appareil ne pouvait affiner que certaines fontes siliceuses et phosphoreuses, et que même nos fontes françaises au bois ne développaient pas assez de chaleur pour donner un bon produit.

La plupart de ces fontes se trouvaient ainsi frappées d'une exclusion qui pouvait être la ruine de tous nos fourneaux alimentés par le charbon de bois.

Je suis heureux, dit M. Frémy, de pouvoir annoncer que cette exclusion n'existe plus, et que nos fontes françaises fabriquées au coke ou au charbon de bois, donnent des aciers excellents, lorsqu'on les traite avec intelligence dans le nouvel appareil. Ce fait important a été constaté de la manière la plus nette pendant mon séjour à l'usine de Saint-Seurin.

J'avais encore à examiner les qualités diverses des matières métalliques qui sont produites par l'appareil Bessemer, et à rechercher si elles peuvent être assimilées à l'acier, ou si elles s'en éloignent par quelque caractère important, comme je l'avais entendu dire souvent en Angleterre. Je n'hésite pas à déclarer que l'appareil Bessemer, convenablement employé, produit des aciers véritables, et souvent d'excellents aciers. J'ai fait soumettre devant moi des aciers Bessemer, sortant de l'appareil, à toutes les épreuves qui caractérisent l'acier, et les résultats ont toujours été satisfaisants.

Souvent même, les aciers Bessemer présentent un ensemble de qualités appartenant à la fois à l'acier cémenté, à l'acier naturel et à l'acier fondu. Ils sont, en effet, tenaces à froid ; ils ne craignent pas le feu, ils soudent facilement, et peuvent prendre une grande dureté par la trempe.

Dans toutes les opérations que j'ai suivies, dit encore le savant chimiste, j'ai eu le soin de déterminer moi-même le déchet ; j'ai reconnu que certaines fontes françaises donnent beaucoup moins de déchet que les fontes anglaises, et qu'elles se transforment en acier fondu avec une perte qui dépasse rarement 10 p. 100. Les déchets qui proviennent de l'opération sont loin d'être perdus pour le fabricant. Lorsqu'ils proviennent d'un affinage incomplet, on peut les reporter dans le haut-fourneau ou dans le four à puddler.

Les extrémités de lingots refondus au creuset avec le charbon et l'oxyde de manganèse donnent des aciers excellents. »

COMPARAISON DE L'ACIER BESSEMER

AVEC LES ACIERS PRODUITS PAR LES AUTRES MÉTHODES.

M. Frémy a voulu compléter son intéressant rapport au jury de la première classe, en comparant l'acier obtenu par le procédé Bessemer avec les aciers produits par les méthodes connues, et en faisant ressortir l'influence heureuse que peut exercer sur l'industrie française la belle découverte de l'inventeur anglais.

« Personne, dit-il, n'ignore qu'en ce moment l'acier est appelé à jouer un rôle des plus importants. L'industrie veut l'appliquer à la confection des rails, des essieux, des bandages de roues, des tiges de pistons et des arbres de machines; la guerre pense à fabriquer les canons de gros calibre en acier fondu, et la marine remplacera peut-être bientôt les plaques si pesantes de blindage en fer par des plaques d'acier légères, élastiques et tenaces.

En voyant les nations demander à la fabrication de l'acier les machines les plus résistantes et les meilleurs engins d'attaque et de défense, il est permis de croire que celles qui n'accepteront pas les progrès qui s'introduisent dans cette industrie, devront subir, tôt ou tard, une véritable infériorité.

Chaque peuple doit donc étudier les conditions métallurgiques qui lui sont propres, pour produire ensuite, par un travail intelligent, l'acier qui peut le mieux satisfaire son industrie et assurer sa force et sa grandeur.

La France possède en abondance des minerais de fer de bonne qualité; mais dans notre pays les combustibles sont chers, et les moyens de transport sont encore dispendieux.

Les méthodes métallurgiques que nous devons rechercher sont celles qui, dans le prix de revient, donnent le rôle principal aux bons minerais, et qui laissent au combustible la plus petite part.

La métallurgie du fer, prise dans son ensemble, donne à l'industrie trois corps différents, qui sont la fonte, le fer et l'acier. Quel est celui de ces trois corps qui se prêtera le mieux aux nouveaux emplois que réclament l'industrie, la marine et la guerre? La question est, je crois, facile à décider.

La fonte peut produire, par la fusion, des masses considérables, mais qui cassent d'une manière trop brusque sous le choc, pour qu'on puisse les employer autrement qu'au repos.

Le fer possède, sans doute, des propriétés bien précieuses; il oppose une résistance énorme à l'action des forces vives; mais il suffit d'assister à la confection d'un canon Armstrong pour comprendre toutes les difficultés que présente l'élaboration du fer prise en masses considérables.

Les pièces de fer de 10 à 20,000 kilogrammes exigent un travail exceptionnel; les barres qui les composent, et qui doivent former les trousses, sont portées au feu un grand nombre de fois; elles se brûlent en partie, déterminent un déchet considérable et ne peuvent être soudées les unes aux autres que par un véritable

tour de force. Aussi, le prix de revient de ces grosses pièces de fer est toujours élevé. L'acier, au contraire, offre à un haut degré toutes les qualités du fer et de la fonte, sans présenter leurs inconvénients.

L'acier peut être fondu comme la fonte, laminé et étiré comme le fer; il devient dur par la trempe, et conserve après le recuit tous les degrés d'élasticité et de dureté désirables; il possède une résistance à l'écrasement qui est supérieure à celle de la fonte et qui est double de celle du fer; il oppose souvent aux forces vives une résistance que l'on ne trouve pas dans les meilleurs fers; la fusion lui communique une homogénéité qui peut donner toute confiance dans l'arme et dans l'outil que l'on a fabriqués en acier fondu. Enfin, la fabrication des aciers durs et celle des aciers tendres, l'action de la trempe et celle du recuit, permettent de donner à l'acier toutes les qualités qu'exige l'industrie.

L'acier est donc le métal qui convient le mieux aux nouvelles applications.

A quelle méthode d'aciération la France devra-t-elle demander les masses considérables d'acier que l'industrie, la guerre et la marine, vont bientôt consommer?

La *fabrication de l'acier naturel* fournit des aciers malléables employés à la confection de ces faux excellentes, dont le tranchant résiste à la pierre de nos champs. Mais l'acier naturel ne peut pas être obtenu en masses considérables; sa fabrication n'est pas économique et tend chaque jour à disparaître.

Les *aciers cémentés* donnent des produits excellents lorsqu'on suit, dans leur fabrication, les principes posés par M. Le Play.

Les aciers de première marque, fabriqués en France par MM. Baudry et Cottereau, qui suivent fidèlement le mode d'aciération de Sheffield, viennent de démontrer encore, à l'Exposition de 1862, l'importance de cette méthode; ces aciers soudent avec une grande facilité, et présentent au corroyage des qualités qu'on ne retrouve pas dans les autres aciers; mais cette fabrication exige une consommation considérable de combustible, et ne peut s'appliquer utilement pour l'industrie qu'à des fers d'un prix toujours très-élevé.

L'*acier puddlé* a des qualités précieuses et rend à l'industrie de grands services; son prix est peu élevé; il soude plus facilement que les aciers fondus; il présente au feu une résistance remarquable et prend souvent une grande dureté de trempe.

Mais la fabrication des aciers puddlés détermine ordinairement un déchet de 35 pour 100. Ces aciers ne sont pas homogènes et sont formés souvent de parties ferreuses, aciéreuses et fauteuses. La fusion au creuset ne les améliore que faiblement.

Et, du reste, les fours dans lesquels on prépare l'acier puddlé n'opèrent que sur 200 kilogrammes; cet acier ne peut donc pas être obtenu dans une seule opération en masse considérable.

Les *aciers fondus* sont produits par des méthodes différentes, parmi lesquelles je citerai : 1° La fusion de l'acier cémenté; 2° l'aciération au creuset de fers aciéreux par un mélange de charbon et d'oxyde de manganèse; 3° la fusion d'un mélange de fonte et de fer aciéreux; 4° le procédé Bessemer.

Les trois premières méthodes peuvent donner, sans aucun doute, des résultats excellents; mais la fusion de l'acier n'a été encore obtenue d'une manière pratique qu'au creuset contenant 20 kilogrammes d'acier; les fours à réverbère, essayés pour la fusion de l'acier, n'ont pas donné jusqu'à présent de résultats industriels.

Lorsqu'il s'agit de couler une grosse pièce d'acier pesant, par exemple, 10,000 kilogrammes, on comprend toutes les difficultés que présente le maniement de cinq cents creusets chauffés dans vingt-cinq fours, qui doivent fournir au même moment l'acier convenablement fondu.

En outre, la préparation de l'acier fondu par les méthodes anciennes exige toujours l'emploi de fers spéciaux, aciéreux, d'un prix très-élevé, et une consommation de combustible considérable, qui, en partant du minerai, représente, en poids, six à sept fois celui de l'acier produit.

Ainsi l'acier fondu par les anciens procédés possède, sans aucun doute, des qualités précieuses; mais son prix, toujours fort élevé et qui varie de 70 à 400 francs les 100 kilogrammes ne permettra qu'exceptionnellement d'appliquer ce corps à la confection des grandes pièces.

Lorsqu'on veut obtenir économiquement en acier fondu des pièces considérables, le procédé Bessemer doit être, selon moi, préféré à toutes les autres méthodes d'aciération. »

AVANTAGES DU PROCÉDÉ BESSEMER.

M. Frémy résume dans son rapport les avantages qui lui paraissent avoir un grand intérêt au point de vue français, par les considérations suivantes :

« 1° L'acier Bessemer, convenablement préparé, offre toutes les qualités que l'industrie, la guerre et la marine peuvent demander à l'acier fondu en grande masse; il est homogène, plus dur et plus résistant que le fer; il peut, suivant son mode de fabrication, être produit avec tout les degrés de dureté qu'exigent les applications; il devient dur par la trempe; il se fonde et se travaille au feu avec plus de facilité que l'acier fondu ordinaire.

2° L'acier Bessemer, qui se produit toujours à une température élevée, est, par conséquent, très-fluide au moment de sa formation; il ne contient dans sa masse qu'un petit nombre de bulles; la fusion peut donc lui donner déjà une première forme, qui est achevée ensuite, presque sans déchet, par le martelage ou le laminage.

3° L'affinage pour acier, par la méthode Bessemer, est devenu une des opérations les plus simples de la métallurgie. il se fait en quelques minutes; il peut être confié même à des ouvriers peu habiles; il présente la régularité d'une réaction chimique; il ne dépend plus des tours de main, ou de l'adresse de l'ouvrier; il remplace toutes les opérations qui constituent l'affinage pour le fer, la cémentation et la fusion au creuset.

4° Les appareils Bessemer donnent facilement, suivant leur capacité, 1,000, 3,000, 10,000 kilogrammes d'acier fondu; en combinant plusieurs de ces appareils et en réunissant leur production, on peut obtenir des masses énormes d'acier fondu. Un atelier Bessemer, [contenant deux appareils de 3,000 kilogrammes, remplace six à sept foyers d'affinage, neuf fours à puddler travaillant pendant vingt-quatre heures, et trois cents creusets pour la fusion de l'acier.

5° Presque toutes les fontes françaises provenant de bons minerais préparés au coke ou au charbon de bois, donneront un acier Bessemer excellent lorsqu'on les traitera convenablement.

6° La consommation de combustible qui est si considérable dans l'affinage de la fonte, dans la cémentation et dans la fusion de l'acier au creuset, disparaît en quelque sorte dans l'affinage Bessemer. On peut, en effet, prendre la fonte liquide à la sortie du haut-fourneau, et faire marcher la soufflerie avec une force hydraulique. Si l'on juge plus avantageux de fondre au four à réverbère la fonte qui doit être introduite dans l'appareil Bessemer, on reconnaît que la consommation du combustible est seulement la moitié du poids de la fonte. Cette consommation dans le procédé Bessemer, en y comprenant le chauffage des appareils, n'atteint pas les huit dixièmes du poids de l'acier obtenu, tandis que, dans l'ancienne méthode, le poids du combustible employé est six à sept fois plus fort que celui de l'acier produit.

Je suis persuadé, dit M. Frémy en terminant son rapport, que le fer sera remplacé bientôt, dans plusieurs de ses applications, par de l'acier fondu, soudable et tenace, obtenu en grandes masses et d'une manière économique. Cette grande révolution métallurgique sera complétement à l'avantage de la France; en effet, le rôle du combustible deviendra secondaire dans le nouveau mode de production de l'acier fondu, et nos fontes pourront désormais prendre, dans l'aciération, la part si large qui leur est assurée par l'abondance et la qualité de nos minerais français. »

D'après ces conclusions, on peut prévoir un grand avenir pour l'industrie de l'acier fondu, cependant nous devons le dire, il y a encore à faire pour atteindre les résultats désirés. Les appareils ne sont pas parfaits, ils laissent trop d'écarts dans la qualité, et surtout dans les déchets.

MODIFICATIONS A L'APPAREIL BESSEMER.

DIVERS SYSTÈMES PROPOSÉS POUR LA FUSION DE L'ACIER.

Plusieurs fabricants ont cherché à apporter des modifications plus ou moins importantes à l'appareil de M. Bessemer, soit pour arriver à en simplifier la manœuvre, soit pour diminuer les déchets, soit encore pour remédier à certains inconvénients pratiques qui laissent encore en effet à désirer.

Déjà nous avons fait voir que MM. Petin et Gaudet avaient simplifié la construction de la boite à vent, de manière à rendre plus facile et plus prompt le changement des tuyères qui s'usent et se détériorent trop rapidement, et que l'on est obligé par cela même de renouveler très-souvent.

Précédemment un brevet spécial avait été pris, au nom de M. Beugnot, pour la construction d'une tuyère en acier destinée à remplacer les tuyères en terre réfractaire, mais nous ne pensons pas qu'elle ait été appliquée jusqu'ici.

M. Édouard Wilson s'est aussi préoccupé de la prompte détérioration des tuyères, et par suite de l'inconvénient qui résulte des pertes de

temps, d'autant plus grandes qu'il faut laisser refroidir le convertisseur à chaque remplacement de tuyère, il a cherché à y porter remède en plaçant les tuyères au-dessus du métal fondu, pour les mettre hors du contact de la cornue, de telle sorte que le vent vienne au-dessus de la fonte et la traverse en descendant au lieu de la traverser en s'élevant.

A cet effet, il contourne la base inférieure de la cornue en forme de nez recourbé qui remonte latéralement jusque vers le milieu du ventre, à la hauteur des tourillons. Par cette disposition, l'appareil peut aisément, suivant l'auteur, osciller sans crainte d'*entre-choquement* avec les tuyaux d'air et les tuyères.

Quant à nous, nous ne voyons pas que la division du vent, qui n'arrive, d'après le dessin de l'auteur, que par une seule tubulure, puisse se faire d'une manière aussi régulière et aussi étendue que dans l'appareil de M. Bessemer. M. Wilson propose en outre, dans son mémoire, d'introduire par le même conduit qui amène le vent, du chlore ou un gaz capable de détruire le soufre, le phosphore et les autres matières nuisibles contenues dans la fonte.

M. W. Taylor s'est fait patenté en 1857, et M. Maudslay en 1858, pour des dispositions particulières de fourneaux, en imprimant un mouvement de rotation rapide au convertisseur ou vase même qui reçoit le métal en fusion, et qui devient un appareil à force centrifuge.

Une dernière modification, que nous regardons comme une amélioration, est celle relative au chauffage préalable de la poche, qui, au lieu d'être portée sur un foyer spécial, peut être chauffée directement sans changer de place ni se renverser.

Nous avons l'espoir que ce curieux appareil qui, dans l'état où il se trouve, donne déjà des résultats si merveilleux, ne tardera pas à recevoir encore des perfectionnements utiles qui, comme tous ceux que l'on emploie aujourd'hui en métallurgie, permettront de rendre le travail plus régulier et plus complétement manufacturier.

Déjà nous voyons depuis quelques années des ingénieurs, des métallurgistes distingués qui recherchent des méthodes économiques, des procédés plus simples de fabriquer l'acier fondu, afin d'en répandre les applications et de faciliter l'exécution de pièces importantes qui, lorsqu'elles sont en fer, reviennent à des prix très-élevés, à cause de la grande main-d'œuvre et de la grande consommation de combustible.

Parmi les inventeurs qui se sont occupés de la production directe de l'acier, nous devons citer tout particulièrement M. Galy-Cazalat à qui l'on doit plusieurs innovations intéressantes dans diverses industries, et qui s'est fait breveter spécialement le 15 juillet 1858, pour des *perfectionnements apportés à la fabrication des fontes, de l'acier naturel et du fer*.

M. Galy a eu l'idée d'envoyer dans la fonte en fusion, un courant de vapeur qu'il fait passer à travers le métal liquide par un grand nombre de trous très-petits, d'un millimètre par exemple, ne craignant pas qu'ils

puissent s'obstruer. De cette sorte, dit-il, toute la masse est beaucoup mieux divisée que par des courants d'air qui traversent des trous moins multipliés et dont le diamètre est 8 à 10 fois plus grand (1).

Comme nous l'avons dit, il y a longtemps que l'on a essayé pour la première fois de fondre de l'acier dans un four à réverbère ; mais, malgré les avantages de ce mode de fusion, on a échoué jusqu'ici, à cause de la destruction presque immédiate du four. M. A. Sudre, qui a cherché à perfectionner un tel système, a compris que cette destruction rapide tenait à ce que la flamme, en contact direct avec l'acier, formait de l'oxyde de fer qui, se combinant avec la silice des briques dont le four est formé, produit un silicate de fer d'une extrême fusibilité, et qu'en un mot le four se fondait en même temps que l'acier.

Pour lui, le problème fut donc de préserver l'acier du contact de l'air par l'interposition d'un laitier composé de manière à ne pas altérer ce métal. Il pensa qu'il fallait en même temps que le laitier n'attaquât pas les briques du four.

Les essais faits en 1861 aux frais de S. M. l'Empereur, à l'usine de Montataire, sous les yeux d'une commission composée de MM. Treuille de Beaulieu, Sainte-Claire Deville et Caron, ont constaté :

1° Que la fusion de l'acier, sous ce laitier, s'opérait facilement et rapidement sans lui faire perdre aucune de ses qualités;

2° Qu'avec ce mode de fusion on arriverait sans peine à pouvoir fondre 2,000 kilogr. d'acier à la fois dans le même four ;

3° Qu'il y aurait une notable économie, tant par la suppression des creusets que par la diminution du combustible employé, par rapport à la quantité d'acier mis en fusion ;

4° Enfin, il a paru démontré à la commission que le procédé de M. Sudre est une amélioration sérieuse apportée à la fabrication de l'acier fondu, et qu'il est susceptible d'être avantageusement utilisé par l'industrie.

M. Bérard, dont nous avons publié l'ingénieuse machine à laver et à trier les charbons, s'est également fait breveter en 1862 pour un appareil destiné à transformer aussi, directement, la fonte en acier ou en fer, et dans lequel il applique à la fois de l'air et de la vapeur; mais il ne nous paraît pas possible de le faire comprendre sans dessin.

Nous aurions d'ailleurs beaucoup d'autres inventions à montrer sur le même sujet, et en particulier le système de M. Chenot, comme celui tout récent de MM. Boigues, Rambourg et Ce; mais nous préférons en faire l'objet d'un article spécial dans le xve volume.

(1) Des expériences se font en ce moment sur ce système, sous la direction de M. Galy lui-même, dans la fonderie de canons de Ruel.

FABRICATION DES TABACS

TORRÉFACTEUR MÉCANIQUE

PAR

M. E. ROLLAND, ingénieur

DIRECTEUR GÉNÉRAL DES TABACS

(PLANCHES 28 ET 29)

Déjà plusieurs fois, dans le cours de cette Publication, nous avons pu entretenir nos lecteurs des procédés et machines employés dans la fabrication des tabacs. Nous rappelons tout particulièrement les dessins que nous avons donnés à ce sujet, dans le vol. XII, et qui représentent les appareils les plus récents, perfectionnés par M. E. Rolland. Pour compléter en partie ces premiers documents, nous allons décrire avec tous les détails qu'exige un tel sujet, sa belle et intéressante machine dite *torréfacteur mécanique*, applicable non-seulement à la dessiccation des tabacs, mais encore à celle d'un grand nombre d'autres produits.

Cet ingénieux appareil, dont la marche est complétement automatique, est entièrement dû à M. Rolland, pour qui il a été l'objet de longues études et d'expériences laborieuses et suivies. Nous devons à l'extrême obligeance de cet ingénieur distingué la communication des dessins exacts des derniers appareils qu'il a fait construire (1), et du mémoire d'un grand intérêt d'après lequel nous donnons la description et les renseignements spéciaux qui vont suivre.

Le *torréfacteur mécanique* de M. Rolland est un appareil destiné à soumettre une matière solide quelconque à l'action d'une température fixée à l'avance et choisie de manière à produire sur cette matière un effet déterminé.

(1) Un des premiers torréfacteurs mécaniques du système de M. Rolland, et exécuté à l'usine de Graffenstaden, figurait à l'Exposition universelle de 1855, avec un *thermo-régulateur* que nous décrirons plus loin. Pour ces deux appareils, l'auteur a reçu la médaille d'honneur. En 1857, le torréfacteur a été l'objet d'une haute récompense de la part de l'Académie des sciences; la commission a décerné à M. E. Rolland un prix de 2,500 francs, et a décidé que son mémoire serait inséré dans le *Recueil des savants étrangers*.

Cette définition générale embrasse les nombreuses opérations que, dans l'industrie, on désigne sous les noms variés de *caléfaction*, *dessiccation*, *grillage*, *torréfaction*, suivant les circonstances et le but que l'on se propose d'atteindre. Ces opérations, différentes dans les détails, consistent toutes, en somme, à soumettre les corps à l'action d'une certaine température, et on conçoit qu'il soit possible d'opérer cette action commune à l'aide d'un appareil dont les dispositions principales resteront toujours les mêmes, et dont les accessoires seuls varieront suivant les exigences de chaque cas particulier.

Le torréfacteur, tel qu'il est disposé pour la dessiccation des tabacs, peut satisfaire aux cas les plus compliqués. Cette matière est en effet d'un travail très-difficile à cause de l'enchevêtrement de ses brins, du volume considérable qu'elle occupe, etc.

Voici quelques considérations qui feront bien comprendre l'importance du torréfacteur mécanique dans la fabrication du tabac.

Les tabacs en feuilles, conservés dans les approvisionnements, sont trop cassants pour être manipulés et travaillés sans produire une très-grande quantité de débris. Pour leur donner de la souplesse, on est obligé de les humecter avec une proportion d'eau qui peut varier suivant les détails de la fabrication, mais qui reste toujours assez considérable. Plus tard, lorsque, par le hachage, les feuilles ont reçu la forme définitive sous laquelle elles doivent être livrées à la consommation, cette eau, qui a servi à les humecter, ayant rempli les services qu'on attendait d'elle, il devient nécessaire de l'enlever, car elle empêcherait de conserver la matière et s'opposerait à la combustion.

La dessiccation doit, en outre, s'opérer dans des conditions particulières qui sont assez délicates à remplir. Si le tabac était chauffé à plus de 110 degrés, il pourrait prendre un goût nuisible à sa qualité, et il faut cependant qu'il soit soumis à une température assez élevée pour arrêter les mouvements de fermentation qui ont pu commencer pendant qu'il était mouillé, ainsi que pour paralyser les ferments. Sous le rapport de la température, les limites sont donc assez étroites et peuvent être fixées à peu près de 70 à 110 degrés centigrades.

Mais cette difficulté n'est pas la seule de l'opération. La quantité d'eau à enlever est considérable, car elle atteint de 15 à 20 pour 100 du poids du tabac mouillé, et on opère en France journellement sur 50 à 60,000 kilogrammes de matière, ce qui correspond en moyenne à une évaporation de 10,000 kilogr. d'eau. On conçoit qu'une telle évaporation exige un renouvellement d'air très-considérable; or les filaments du tabac, s'enchevêtrant les uns dans les autres, forment des masses que l'air pénètre difficilement et qu'il faut nécessairement diviser et retourner continuellement pour que cet air agisse sur toutes les surfaces.

Les plus anciens appareils destinés à opérer une prompte dessiccation du tabac, et qui sont encore souvent employés aujourd'hui, consistent

en plaques métalliques jointives, formant table au-dessus d'un foyer et de ses carnaux de fumée. Aux plaques chauffées à feu nu on a substitué, plus tard, avec avantage et d'après les conseils de Gay-Lussac, des tuyaux à circulation de vapeur placés les uns à côté des autres. Les creux compris entre deux tuyaux juxtaposés sont remplis par des lames de plomb, et l'ensemble forme ainsi une table ondulée dont la plus grande partie de la surface est chauffée directement par la vapeur intérieure.

Dans ces deux systèmes, des ouvriers étalent le tabac sur des tables échauffées et le retournent à plusieurs reprises en le divisant et le projetant à une certaine hauteur, afin de le mettre en contact avec la plus grande quantité d'air possible, condition nécessaire, comme on sait, pour obtenir, au-dessous de 100 degrés, la prompte dessiccation d'une matière quelconque, mais plus difficile à remplir lorsque cette matière est sous forme filamenteuse.

Les appareils à vapeur offrent cet avantage qu'on peut, en limitant la pression de la vapeur, être sûr de ne jamais porter le tabac au delà d'une température déterminée. Dans les appareils à feu nu, cet important résultat est entièrement surbordonné aux soins des ouvriers pour la conduite du feu et le retournement de la matière; il est même à peu près impossible à obtenir pour les filaments brisés qui, détachés de la masse, ne sont pas entraînés dans ses mouvements et restent longtemps au contact de la plaque échauffée.

La régularité et la limitation de la température sont cependant les seuls avantages que les appareils à vapeur présentent sur ceux à feu nu. Sous les autres rapports, les deux systèmes ont des défauts semblables et d'une égale gravité. Ainsi, dans les deux cas, les tables sont forcément à découvert, pour permettre les manœuvres des ouvriers; l'eau qui humecte le tabac, réduite en vapeur, se répand donc librement dans l'atelier, entraînant avec elle des substances odorantes et même des proportions notables de nicotine. Les ouvriers, penchés sur les tables pour exécuter le travail, aspirent les vapeurs sur le point où elles sont le plus intenses, et bien qu'avec une certaine habitude ils arrivent à supporter, sans trop de gêne, cette situation, bien qu'il ne paraisse en résulter pour eux aucune maladie spéciale, il est impossible, dans de pareilles conditions, de croire à la salubrité d'un atelier.

Une autre cause très-difficile à combattre expose d'ailleurs les ouvriers à toutes les maladies qu'engendre la présence simultanée, dans un même lieu, des températures les plus opposées. Il faut, en effet, des quantités d'air considérables et une forte ventilation dans l'atelier pour enlever les vapeurs qui s'échappent du tabac. Si on voulait chauffer préalablement cet air, il faudrait recourir à des dispositions coûteuses et compliquées dont le résultat aurait pour effet de produire dans l'atelier une température difficile à supporter. Aussi, en général, l'air est-il introduit dans les salles par la simple ouverture des fenêtres placées derrière une partie

des ouvriers, et on peut facilement concevoir ce qui en résulte pour ces hommes fortement chauffés en avant par le rayonnement des appareils, tandis qu'un courant d'air froid les enveloppe du côté opposé.

Si du point de vue de la salubrité on passe au point de vue économique, on rencontre dans les anciens fours des inconvénients aussi graves, le travail s'y exécute entièrement à bras et coûte annuellement, en France, plus de 100,000 francs de main-d'œuvre. Le rendement du combustible employé est faible, parce que, l'évaporation se faisant dans une atmosphère peu chauffée, la vapeur ne sort pas librement de la matière et subit des condensations partielles avant de s'échapper dans l'air.

Aussi, un kilogramme de houille ne vaporise guère, dans les plus parfaits de ces appareils, que 2 kilog. d'eau. Mais la perte la plus grande provient de ce que, le retournement restant toujours imparfait, certaines parties du tabac séjournent trop longtemps au contact des plaques échauffées, se dessèchent complétement, deviennent cassantes, et enfin se réduisent en poussière à la moindre pression. Ces poussières ne peuvent rester dans le tabac à fumer; elles en sont extraites par des nettoyages ultérieurs, et bien que la forme seule ait été changée et que la matière pulvérulente soit encore du tabac, il n'en est pas moins vrai que, au point de vue industriel, elle a perdu la plus grande partie de sa valeur. La perte d'argent considérable qui est la conséquence de cette dépréciation constitue le plus grand défaut économique des anciens appareils de dessiccation.

Le torréfacteur mécanique fait disparaître tous les inconvénients dont nous venons de parler, et il ne sera pas difficile d'en saisir tous les avantages en se reportant à la description qui va suivre, et qui se rapporte entièrement à la torréfaction du tabac. Avec cet appareil, la salubrité est parfaite; le prix de la main-d'œuvre est réduit des trois quarts pour le moins, et le travail ramené à des conditions tellement douces, qu'il n'exige des ouvriers qu'une dépense de force des plus minimes. Quant au travail mécanique dépensé, il est faible, et son prix n'atteint pas 5 pour 100 de l'économie obtenue sur le travail manuel. Enfin le torréfacteur ne produit réellement pas dans la matière une proportion sensible de brisures; la petite quantité de débris qu'on obtient à la sortie du tabac, provient des ateliers où il a passé auparavant, et les poussières agitées par le retournement sont entraînées avec le courant d'air et de vapeur qui traverse le cylindre.

Aujourd'hui les avantages que présente l'appareil sont pleinement réalisés dans son application particulière à la dessiccation du tabac. Cette application est déjà complète dans les manufactures de Paris, Strasbourg, Lyon, Lille, le Havre, Nantes, Dieppe, Châteauroux, Toulouse et Nancy.

Une étude complète de l'appareil dans ces conditions d'appropriation toute spéciale rendra donc facile les simplifications qu'on devra lui faire

subir toutes les fois qu'on se proposera de l'appliquer au travail d'autres matières, telles que le foin, le café, le cacao, la chicorée, le malt, les grains, les légumes, les cossettes de betterave, le plâtre, etc.

Les parties principales qui, dans tous les cas, constituent le torréfacteur sont représentées par les figures des planches 28 et 29 ; elles comprennent :

1° Le cylindre dans lequel s'effectue la torréfaction ;

2° La trémie d'entrée par laquelle on introduit dans le cylindre la matière qui doit subir la torréfaction ;

3° La trémie de sortie par laquelle la matière torréfiée sort du cylindre ;

4° Les appareils de chauffage ;

5° Les organes de transmission.

DESCRIPTION DU TORRÉFACTEUR MÉCANIQUE

REPRÉSENTÉ PLANCHES 28 ET 29.

La fig. 1, pl. 28, représente en élévation l'appareil complet, suivant une section longitudinale faite par l'axe du cylindre.

Les fig. 2, 3 et 4 sont trois sections transversales faites perpendiculairement à l'axe, suivant les lignes 1-2, 3-4 et 5-6 de la fig. 1.

La fig. 5 est un plan vu en dessus du cylindre, son enveloppe coupée suivant la ligne 7-8.

Les fig. 6, 7 et 8 représentent de face, de côté et en plan, le mécanisme de manœuvre des soupapes de sortie.

La fig. 9 montre en détails le mode de réunion du cylindre mobile avec son enveloppe fixe.

La fig. 10 de la pl. 29 est une vue extérieure, en élévation longitudinale du bout de l'appareil qui reçoit les organes de la transmission de mouvement.

La fig. 11 est une vue de côté en projection verticale de ces mêmes organes.

La fig. 12 est une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 9-10 de la fig. 11.

Les fig. 13 et 14 montrent en détails, en section et vus extérieurement de côté, le distributeur et sa transmission de mouvement disposés dans la trémie d'entrée.

Les fig. 15, 16, 17 et 18 donnent en élévation, sections verticales et horizontales, les portes du foyer.

Les fig. 19, 20 et 21 sont les détails de la porte qui ferme l'ouverture dans laquelle est placé l'appareil thermo-régulateur.

Enfin les fig. 22 et 23 représentent, suivant deux projections verticales, et en sections faites perpendiculairement l'une à l'autre, le thermo-régulateur.

Cylindre torréfacteur. — Le cylindre mobile A dans lequel s'opère la torréfaction est construit en tôle de fer et ses extrémités A′ en fonte.

Un fourneau en briques réfractaires muni de deux foyers B et B′ est construit sous ce cylindre, de telle sorte que la chaleur développée par le combustible allumé sur les grilles *b* et *b′* peut exercer son action sur le cylindre, qui, en outre, est traversé par un courant d'air chaud.

Supposons que le cylindre contienne une matière solide destinée à être torréfiée. Pour échauffer uniformément la matière, il faut la retourner sans cesse en variant ses contacts avec les parois du cylindre, il faut aussi la soulever et la laisser retomber à travers le courant d'air chaud; enfin, pour obtenir un travail continu, il faut que la matière entre à son état primitif par une des extrémités du cylindre, et qu'en subissant l'action de la chaleur, elle s'avance successivement dans le sens de la longueur de l'appareil pour en sortir torréfiée par l'autre extrémité.

Or, toutes ces conditions sont simultanément remplies par quatre nervures hélicoïdales très-allongées *a′* dont le cylindre est armé intérieurement; ces nervures, représentées dans la figure 1 par les lignes courbes qui s'entre-croisent, ont un pas hélicoïdal très-grand par rapport au diamètre du cylindre, puisque dans toute la longueur de celui-ci elles ne font que 5/8 de tour.

Supposons que le cylindre tourne sur son axe avec une vitesse de 6 à 8 tours par minute, la matière qu'il contient sera entraînée dans la rotation par le frottement de la surface, et, ne pouvant glisser par suite de la présence des nervures, elle arrivera jusque vers le point le plus élevé de la course du cylindre pour retomber ensuite de son propre poids. Alors en tombant, elle se trouvera naturellement retournée, de telle sorte que les parties qui étaient d'abord au contact de la tôle formeront, après un demi-tour, la partie supérieure de la masse, et réciproquement. On obtient ainsi, pour la matière, des retournements répétés et un double mouvement de rotation et de progression qui l'expose dans toutes ses parties au courant d'air chaud.

Le rapport des deux mouvements de retournement et de progression horizontale dépend d'un grand nombre de causes, mais surtout du coefficient de frottement de la matière torréfiée contre la tôle et de l'inclinaison des nervures hélicoïdales; on peut, à l'aide de ce dernier élément, le faire varier en toutes limites.

Si la matière torréfiée était filamenteuse, comme c'est ici le cas, le roulement continuel qu'elle subit la pelotonnerait bientôt. Pour remédier à cet inconvénient, le bord des hélices est armé de petits crochets *x* recourbés dans le sens du mouvement (fig. 1).

Les pelotons déjà formés se trouvent, de la sorte, constamment pénétrés par les pointes de ces crochets; ils s'étirent par leur propre poids et, en retombant du haut du cylindre, subissent d'une manière plus efficace l'action du courant d'air chaud.

A l'extrémité gauche du cylindre, à l'intérieur du tube A' par où se fait l'introduction, les quatre hélices sont remplacées par deux hélices beaucoup plus inclinées a^2, qui saisissent la matière à son arrivée et la conduisent de suite vers l'intérieur, afin de laisser l'entrée toujours libre et d'empêcher qu'aucune partie ne sorte de l'appareil par suite de mouvements accidentels.

Une disposition à peu près analogue est adaptée à l'autre extrémité, afin de faciliter la sortie de la matière torréfiée; mais là on s'est contenté seulement d'augmenter l'inclinaison des quatre hélices principales.

Toutes les hélices sont fixées au cylindre par des cornières et des rivets, dont les trous un peu oblongs permettent aux pièces juxtaposées des dilatations inégales. Quant aux feuilles de tôle qui composent le cylindre, elles sont placées bout à bout, rabotées sur les arêtes de jonction, et leurs joints sont recouverts extérieurement par des bandes de tôle *a*. Enfin, par le choix des assemblages et les soins donnés à l'exécution, on a cherché à obtenir à l'intérieur une surface parfaitement lisse et telle que la matière en circulation ne rencontre aucune cavité où elle puisse séjourner et subir l'action d'une chaleur trop forte ou trop prolongée.

Le cylindre repose vers ses deux extrémités sur deux paires de galets C et C' dont les supports *c* et *c'* (fig. 1 et 4, pl. 28), sont boulonnés solidement à la maçonnerie de fondation; en outre des vis *e*, adaptées à ces supports, permettent de relever les coussinets dans lesquels tournent les axes de ces galets, et par suite de centrer le cylindre. Ce mode de réglage est encore facilité au moyen d'une tige filetée *d*, ajustée au milieu de chaque support, entre les deux galets. Cette tige est terminée par une tête qui, en appuyant sur la circonférence du cylindre, peut le soulever d'une quantité aussi minime qu'on le désire. Il suffit, pour cela, d'agir sur le petit volant *d'* (fig. 4). A cet effet la tige horizontale sur laquelle celui-ci est fixé est filetée pour engrener avec la roue à denture hélicoïde *e*, dont le moyeu forme écrou à la tige verticale *d* (fig. 1), destinée à soulever le cylindre.

Les deux galets C, situés du côté de l'entrée du cylindre, ont la forme de poulies à gorge et saisissent dans cette gorge un renflement correspondant *c'* que le cylindre leur présente. Cette disposition a pour but de reporter à l'autre extrémité du cylindre presque tout l'effet de la dilatation. En effet, sans cette précaution, le cylindre, qui reçoit son mouvement d'une roue d'engrenage R, calée sur sa circonférence et placée près des galets C, pourrait, sous l'influence de la chaleur, se dilater sur ce point d'une longueur assez notable pour que la roue R se trouvât trop déplacée par rapport au pignon dont elle reçoit le mouvement.

Trémie d'entrée. — On a vu comment les hélices conduisent la matière d'une extrémité à l'autre du cylindre. Si ces extrémités restaient ouvertes, l'entrée et la sortie de la matière seraient très-faciles; mais on

conçoit que, pour obtenir un courant d'air chaud régulier dans le cylindre ainsi qu'une bonne utilisation de la chaleur, il faut empêcher l'accès de l'air froid extérieur par ces deux ouvertures; il faut aussi que l'entrée de la matière se fasse fréquemment et par petites quantités, afin qu'elle se présente aussi divisée que possible à l'action de la chaleur. C'est pour satisfaire à ces diverses conditions que la trémie d'entrée a dû être combinée d'une manière spéciale, ainsi que la trémie de sortie dont il sera question plus loin.

La trémie d'entrée (fig. 1, pl. 28; 13 et 14, pl. 29) se compose de quatre parties : l'une inclinée en bois D, sorte d'entonnoir qui forme la partie supérieure et dont le dessin n'indique que la base (fig. 13 et 14); l'autre en fonte, en deux pièces E, E' boulonnées à la troisième également en fonte F, est reliée à la quatrième G, inclinée et débouchant à l'entrée du cylindre torréfacteur. En parcourant cette route, la matière à torréfier rencontre successivement un distributeur rotatif J et une double soupape KK'.

Les fig. 11 et 14 de la pl. 29 donnent les détails du mécanisme qui fait mouvoir le distributeur J, destiné à régler le poids de matière fournie au cylindre dans un temps donné. A l'extrémité de l'arbre horizontal *f* est fixé un plateau *f'*, ou manivelle à course variable, donnant le mouvement à la bielle *g*; cette bielle est articulée avec un pied-de-biche *g'*, qui agit sur une roue à rochet *h* calée sur l'arbre du cylindre J. Il suit de là que cette roue décrit, pour chaque tour du torréfacteur, un angle que l'on peut faire varier à volonté.

La matière versée dans la partie supérieure de la trémie vient tomber sur le cylindre distributeur J, est entraînée par son mouvement et arrive sur la soupape KK'. — Cette soupape se compose de deux portes dont les axes de rotation se projettent en *i*, *i'* (fig. 14); ces portes sont commandées par un système de leviers *h'*, qui reçoit son mouvement d'un galet h^2, que soulève la camme f^2, fixée au plateau de la manivelle *f'*. Aussitôt après le passage de la camme, elles se referment sous l'action des contre-poids *j j'*.

L'excentricité de la manivelle, qui transmet le mouvement au pied-de-biche *g*, permet de fixer au taux convenable le poids de matière qui passe dans un temps déterminé.

La roue à camme f^2, qui produit le mouvement de la soupape KK', est, ainsi que nous l'indiquerons plus tard, commandée au moyen d'engrenages par le même arbre *f*, qui fait mouvoir le distributeur.

Trémie de sortie. — La trémie de sortie est vue en coupe verticale, fig. 1 et 3, pl. 28. Elle se compose d'une caisse en fonte H, reliée par sa partie supérieure à un entablement, et dont la partie inférieure est fermée par les deux soupapes LL', s'ouvrant dans le plan milieu de la caisse. Les figures 6 à 8 de la planche 28 représentent le mécanisme des soupapes. On voit par ces figures que les axes *l* et *l'* sont supportés, à

leurs extrémités, par les pointes coniques *k* (fig. 3), qui leur permettent de tourner très-librement. — Pour que ces soupapes s'ouvrent et se ferment toutes les deux à la fois, on a fixé sur l'axe de chacune d'elles des quarts de roues dentées *k'*, qui engrènent avec deux autres quarts de roues k^2, calés sur un même arbre horizontal l^2. Un contre-poids *p* porté par un bras de levier fixé sur cet arbre sert à maintenir les deux soupapes fermées.

Dans la marche de l'appareil, la matière torréfiée, entraînée par les hélices jusqu'à l'extrémité du cylindre, se déverse sur les soupapes LL' et s'amasse graduellement, jusqu'à ce qu'il y en ait assez pour vaincre l'action du contre-poids *p*. Alors les soupapes s'ouvrent, laissent échapper la matière, et se referment aussitôt sous l'action du contre-poids.

Pour suppléer à l'action de ce contre-poids dans la portion de sa course où il est voisin de son point mort, un petit bras a été fixé sur l'arbre l^2. Par l'ouverture des soupapes, ce bras comprime un ressort *p'*, qui agit pour déterminer un mouvement rapide de fermeture.

On voit que la trémie de sortie est beaucoup plus simple que la trémie d'entrée, parce qu'elle n'a pas à régler la quantité de matière qui passe dans le torréfacteur. Il est inutile aussi qu'elle livre passage à la matière à chaque tour de l'appareil; cette fréquence des ouvertures serait même nuisible, car elle produirait une continuelle introduction d'air extérieur.

Appareils de chauffage. — Par le choix et la combinaison des moyens mis en œuvre pour faire agir la chaleur, on a cherché à obtenir une température égale dans les diverses parties du cylindre torréfacteur et à éviter les déperditions du calorique. Ainsi, pour répartir également la chaleur, on a exposé le cylindre entier au rayonnement des foyers et au contact des gaz de la combustion.

Pour éviter les pertes, les gaz brûlés ne sont mis en contact, dans leur circulation, qu'avec le cylindre qui contient la matière à torréfier, et avec des enceintes où l'air de ventilation passe et s'échauffe avant de traverser le cylindre. La chaleur, de quelque côté que les gaz la transmettent, ne rencontre que des corps où elle est utilisée. Voici les dispositions adoptées dans ce but.

La combustion s'opère sur les deux grilles *bb'* (fig. 1 et 2), combinées de telle sorte que le rayonnement soit à peu près égal pour toutes les parties du cylindre exposées à l'action directe du feu. Ces grilles sont indiquées à une assez grande distance au-dessous du cylindre, parce que, dans l'exemple choisi, celui de la torréfaction du tabac, la chaleur doit être très-modérée. La maçonnerie du fourneau s'arrête à la hauteur de l'axe du cylindre, et la mi-partie de sa circonférence, qui se trouve naturellement au dessus, est enveloppée par trois manteaux cylindriques en tôle MNO fixés à la dite maçonnerie.

Le chemin des gaz de la combustion est indiqué par des flèches en

traits ponctués; on voit qu'ils enveloppent le cylindre et circulent autour de lui dans un espace limité, en bas, par les grilles et les parois du fourneau, en haut par le premier manteau M et aux deux extrémités par deux murs en briques. De là, les gaz descendent par le canal M' (fig. 1), pour gagner la cheminée qui les rejette dans l'atmosphère. Pour régler le tirage, une soupape *m* est placée dans ce canal; on la manœuvre du dehors à l'aide d'une manivelle, et le degré d'ouverture est indiqué sur un cadran, au centre duquel est fixée cette manivelle.

Entre le manteau M et celui N qui le recouvre immédiatement, circule l'air chaud qui doit passer dans le cylindre. Cet air, dont le chemin est indiqué par des flèches ordinaires en traits pleins, entre de l'extérieur par les ouvertures latérales *n*, pénètre dans les vides ménagés entre les doubles murs latéraux (fig. 2), s'échauffe dans l'espace annulaire compris entre le premier et le second manteau, et arrive à l'extrémité du cylindre où il se partage entre deux carnaux verticaux TT' (fig. 2 et 5) pratiqués dans la maçonnerie et qui se réunissent en un seul N (fig. 1) perpendiculaire à l'axe de l'appareil; de là l'air, par un carnau doublement coudé à angle droit $N'N^2$, remonte dans le coffre en fonte P, qui supporte la caisse de la trémie d'entrée et pénètre dans l'intérieur du cylindre qu'il parcourt dans toute sa longueur, en agissant sur la matière avant d'aller se perdre dans la cheminée par les conduits en fonte $P'P^2$ (fig. 3), qui supportent la trémie de sortie, et dont le tirage est réglé par des valves p' ainsi que celui du carnau qui amène l'air dans la trémie d'entrée par la valve p^2 (fig. 1).

Les ouvertures *n*, par où pénètre l'air extérieur qui doit s'échauffer avant d'entrer dans le cylindre, sont munies de registres à coulisses *n'* qui permettent de faire varier l'appel (fig. 2). En outre, de chaque côté du cylindre et au-dessus des ouvertures *n*, on a ménagé des regards *o* qui servent à nettoyer, au besoin, toutes les partis du four.

L'espace compris entre le deuxième manteau N et le troisième O est rempli d'air immobile, qui s'oppose, ainsi que les murs latéraux extérieurs, aux pertes de calorique par rayonnement.

Les dispositions qui viennent d'être indiquées, et qui ont pour but de bien utiliser la chaleur et de la répartir également sur toute la longueur du cylindre, ne suffisent cependant pas encore pour assurer une marche toujours régulière; il faut aussi que la température se maintienne d'elle-même sensiblement constante au point reconnu par expérience le plus convenable pour l'opération, et ce résultat ne peut être donné que par un modérateur réglant sans cesse la marche des foyers.

Les circulations multiples des gaz, la rotation du cylindre, les liaisons de tout genre établissent une étroite solidarité entre les températures des diverses parties de l'appareil torréfacteur. Un changement dans la chaleur sur un point est donc toujours rapidement accompagné de changements dans tout le système; et, si on veut prévenir les variations,

le mieux est de prendre pour point de départ de l'action régulatrice la partie où ces variations se font sentir le plus rapidement et avec la plus grande intensité. Or, l'enceinte comprise entre le premier manteau M et le second N remplit ces conditions. En effet, elle occupe toute la longueur de l'appareil, et n'est séparée des gaz de la combustion que par une tôle assez mince; de plus, les enveloppes ont une trop faible masse pour servir de réservoir de chaleur et ralentir les variations; enfin la circulation d'air transmet et répartit promptement la chaleur.

On conçoit donc que cette enceinte, comme d'ailleurs l'expérience le prouve, ressente avec une extrême rapidité les variations de température qui tendent à se produire dans l'ensemble de l'appareil. Voici, dès lors, comment cette sensibilité est utilisée pour agir convenablement sur le foyer au moyen d'un *thermo-régulateur*.

Un tube en métal q, formant l'office de réservoir, est placé entre le premier et le second manteau (fig. 1 et 2, pl. 28), et un autre tube q', de petit diamètre, s'embranche sur ledit réservoir q, descend le mettre en communication avec un siphon renversé r qui contient du mercure.

Les variations de température de l'air contenu dans le réservoir produisent, par conséquent, des dénivellations du mercure, et, comme un flotteur est placé dans la branche ouverte du siphon, ses oscillations qui suivent celles du liquide sont utilisées pour ouvrir ou fermer une soupape r', avec laquelle il est en relation par un fléau de balance, et qui donne accès à l'air dans les cendriers des foyers.

Telles sont les dispositions sommaires du thermo-régulateur au moyen duquel la combustion s'active ou se ralentit en raison de la quantité d'air qu'il laisse passer. Ainsi que l'indique la figure 1re qui en donne l'ensemble, il est placé dans une niche ménagée à la partie inférieure de la maçonnerie d'une des parois du four. Les figures 22 et 23, planche 29, le représentent dans ses détails, et nous en donnerons, plus loin, la description complète.

Ainsi l'on voit que l'air ne peut arriver aux foyers que par la soupape T du thermo-régulateur. Après avoir passé par cette soupape, il suit un canal Q qui aboutit, comme le montrent les flèches ponctuées, sous les grilles bb' (fig. 1).

Les devantures des foyers (fig. 2, pl. 28, et fig. 15 à 18, pl. 29) sont celles qu'on emploie ordinairement. Toutefois il faut rendre la fermeture des portes aussi hermétique que possible, pour empêcher l'air d'entrer par toute autre ouverture que celle du thermo-régulateur. A cet effet, les surfaces de jonction des portes et des devantures sont rabotées. Les portes S des cendriers restent habituellement fermées et ne s'ouvrent que pour la sortie des cendres et des scories. Afin d'obtenir une clôture plus exacte, ces portes sont pressées contre la devanture par trois boulons avec écrous à poignées s. La porte du foyer proprement dit S' est pourvue d'un simple verrou à charnière s'.

Une devanture est également appliquée devant la niche du thermo-régulateur ; elle se compose d'un cadre en fonte T (fig. 19 à 21) et d'une grande porte T' qui permet de visiter et même de sortir l'appareil : Un grillage qui forme la paroi de cette porte laisse entrer l'air appelé pour la combustion, et qui doit passer par la soupape *r'* du thermo-régulateur.

Avant de passer à la description des organes de transmission de mouvement, il est nécessaire de donner quelques détails sur le mode de disposition des manteaux de tôle qui recouvrent le cylindre. Pour assujettir ces manteaux, on a couronné les cloisons formées par les doubles murs en maçonnerie, par des bandes en fonte U (fig. 5) percées de grandes ouvertures, pour donner passage à l'air entré dans les cloisons par les ouvertures T', et lui permettre de se répandre entre les enveloppes M et N. Ces bandes de fonte servent de base à trois cintres U' de même métal, sur les nervures desquels sont clavetées les enveloppes en tôle.

Les deux cintres situés aux extrémités du fourneau sont pleins, et ferment ainsi les espaces annulaires compris entre les enveloppes; ils sont continués en dessous par des demi-cercles, de manière à former avec eux des anneaux complets par lesquels le cylindre sort du fourneau. Comme il est nécessaire de laisser libre la rotation du cylindre, un certain jeu est réservé entre sa surface et celle de ces anneaux ; or, pour éviter que ce jeu ne permette soit à l'air extérieur d'entrer dans le fourneau, soit à la fumée et aux flammèches de se répandre dans l'atelier, chaque anneau est pourvu de deux nervures concentriques, l'une venue de fonte *t*, l'autre *t'* formée d'un fer à cornière (fig. 9, pl. 28). Entre ces deux nervures s'engage à frottement libre une toile fixée par une bande de fer à oreilles vissée sur un renflement *u* que présente le cylindre A'.

Les manteaux pouvant subir des dilatations assez inégales, on a évité de les rendre complétement solidaires les uns des autres, et pour diminuer les effets de cette action de la chaleur, les manteaux et les bandes de fonte ont été divisés dans leur longueur en deux parties qui se réunissent au milieu, en *u'* (fig. 5), suivant un mode de jonction qui permet de petits mouvements.

Pour éviter les refroidissements, les deux manteaux N O se prolongent au delà du fourneau jusqu'à la trémie de sortie, qui est elle-même garnie d'un double manteau O' ainsi que l'indiquent les fig. 1 et 3.

Enfin, à l'endroit où le cylindre vient rejoindre les trémies d'entrée et de sortie, on a dû aussi empêcher l'air froid extérieur de pénétrer dans l'appareil ; pour cela, on a employé, à chaque extrémité, une bande de cuir *v* (fig. 1 et 5) fixée dans une partie de sa largeur sur la trémie, et et dont l'autre partie se retourne à angle droit pour venir embrasser le cylindre contre lequel elle appuie légèrement. Ici la moindre tempéra-

ture du cylindre a permis de se servir du cuir, et de cette manière on obtient plus facilement une fermeture complète.

Organes de transmission de mouvement. — Pour obtenir une action convenable de la chaleur sur la matière à torréfier, il ne suffit pas de maintenir la température constante par l'action du thermo-régulateur, car la matière elle-même peut varier soit sous le rapport de son degré d'humidité, soit sous d'autres rapports. On pourrait satisfaire à ces variations en changeant le degré de la température que doit maintenir le thermo-régulateur; mais ce moyen serait peu commode dans certains cas, et surtout lorsque le changement doit être brusque et de peu de durée. Il est plus commode alors de faire varier la vitesse de rotation du cylindre, et par suite, le temps pendant lequel la matière y subit l'action de la chaleur et de la ventilation. Pour obtenir instantanément des changements de vitesse du cylindre sans toucher au moteur, on a eu recours à l'emploi de deux cônes mobiles V, V′ dont les arbres sont situés dans un même plan vertical.

Le cône V reçoit le mouvement d'un moteur quelconque à l'aide d'une poulie V^2 fixée sur son arbre et munie d'un embrayage à levier v (fig. 10 et 11, pl. 29). Le cône V′ est relié au précédent par une courroie et transmet le mouvement au cylindre torréfacteur; à cet effet, il porte un pignon p^2, qui engrène avec une roue R′ sur l'arbre de laquelle est calé un pignon p^3, qui, à son tour, commande la roue R du cylindre.

Cela posé, voyons comment on peut faire varier, à volonté, la vitesse de rotation du cylindre; cette vitesse dépendant de la position qu'occupe la courroie sur les cônes, on a eu recours au système suivant :

Le brin de la courroie qui s'enroule sur le cône inférieur passe entre les branches d'une fourche v', qu'on peut faire glisser sur un axe parallèle aux arbres des cônes au moyen de la vis v^2, manœuvrée à l'aide du volant à manette v.

En vue d'un accident momentané, tel que la chute ou le glissement d'une courroie, l'arbre du cône inférieur V′ peut recevoir une manivelle X (fig. 10 et 11), qui sert à faire marcher à bras le torréfacteur, et permet ainsi de prévenir dans la rotation du cylindre une interruption inattendue qui aurait pour effet de détériorer la matière en la laissant exposée trop longtemps à l'action de la chaleur. Dans le cas d'un pareil accident, on vide le cylindre à l'aide de la manivelle.

On a vu plus haut que c'est l'arbre f (fig. 11) qui fait mouvoir le distributeur rotatif J. Cet arbre porte une roue d'angle x, qui engrène avec une roue plus petite x'. D'un autre côté, sur l'extrémité opposée de l'arbre qui porte cette roue x', est calé un engrenage droit X′ (fig. 10, 11 et 12) qui reçoit son mouvement de la roue R du cylindre.

Afin de pouvoir arrêter à volonté le mouvement du distributeur J et de la double soupape k, k', tout en maintenant celui du cylindre, l'arbre f (fig. 1) est formé de deux pièces reliées par un manchon d'embrayage x^2.

Ce manchon n'a qu'une dent, pour que les deux parties de l'arbre se rejoignent toujours dans la même position relative et soient constamment dans le même rapport avec la rotation du cylindre. La manœuvre se fait au moyen du levier *y* (fig. 1).

En résumé, la roue R du cylindre reçoit le mouvement du moteur par la transmission variable des cônes, et c'est elle qui fait mouvoir le distributeur et la soupape de la trémie d'entrée. Les dimensions des roues et pignons sont calculées pour que l'arbre de la roue à camme N ait la même vitesse angulaire que celle du cylindre, de telle sorte que la soupape de la trémie s'ouvre à chaque tour de celui-ci, en un moment qui est déterminé par la position de la camme.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA MARCHE DE L'APPAREIL

ET SUR LES MODIFICATIONS A Y APPORTER EN RAISON DE LA NATURE ET DE LA FORME DES SUBSTANCES A TORRÉFIER.

Le degré de torréfaction de la matière dépend de la température à laquelle elle est exposée, du temps pendant lequel elle séjourne dans le cylindre, et de la quantité d'air qui traverse celui-ci.

On détermine par expérience la température la plus convenable, pour donner à la matière le degré de décomposition, la siccité, la couleur ou le goût désirés. Cette température est ensuite maintenue constante au moyen du thermo-régulateur.

Quant au temps que la matière met à traverser le cylindre, il varie avec l'inclinaison et la hauteur de l'hélice, et avec la vitesse de rotation de l'appareil; ces diverses quantités sont déterminées par l'expérience pour chaque matière, de façon à donner une circulation et un retournement convenables. Les variations qu'on peut faire subir à la vitesse de rotation du cylindre, au moyen du système de transmission des cônes, permettront aussi d'éviter les petites inégalités de torréfaction pouvant résulter de ce que la matière, au moment de son introduction, n'est pas toujours dans les mêmes conditions d'humidité et de température.

D'autres dispositions, ainsi qu'on l'a vu, concourent au même résultat, en permettant de faire varier l'appel d'air et des vapeurs; c'est d'une part la soupape *m* (fig. 1), qui, indépendamment du thermo-régulateur, règle l'appel dans les foyers, et, d'autre part, les registres n' (fig. 2), à l'aide desquels on peut faire varier la quantité d'air froid qui vient s'échauffer avant de pénétrer dans le cylindre; enfin il y a, en outre, une soupape p^2 dans le canal horizontal d'arrivée de l'air, et deux autres p', dans les gaines P′ d'évacuation de l'air saturé (fig. 3).

Quand on veut terminer une opération et vider le cylindre, on arrête le mouvement du distributeur et des soupapes à l'aide du manchon d'embrayage x^2 décrit plus haut. Dès lors, comme il n'arrive plus de ma-

tière froide dans l'appareil, afin que le degré de torréfaction reste le même, on diminue le temps de séjour de la matière dans le cylindre en augmentant la vitesse de rotation ; de plus, on ferme les registres des prises d'air et la soupape *m* de la cheminée.

De même, pour commencer le travail, le cylindre ayant été préalablement chauffé et surtout mis en marche avant l'allumage des foyers, afin que par une égale répartition de la chaleur on prévienne, autant que possible, les déformations et oxydations, les premières parties de matière qui y seront introduites tendront à subir une torréfaction beaucoup plus forte que celle qui est convenable, et qui résulte d'une circulation régulière dans le cylindre. Pour parer à cette cause d'inégalité, il y aura lieu, au commencement, de donner à l'appareil une vitesse plus grande que celle de sa marche normale et de n'ouvrir les prises d'air qu'à mesure que le cylindre se remplira. Quelques tâtonnements préliminaires permettent, du reste, bientôt de régler avec précision la marche à imprimer lors du commencement et de la cessation de l'opération.

Dans la marche ordinaire adoptée pour la torréfaction du tabac, le thermo-régulateur est réglé de manière à maintenir à environ 100 degrés la température de l'air qui entre dans le cylindre. Les autres conditions de marche varient suivant la proportion d'eau qu'on se propose d'enlever à la matière humide. Si cette proportion est fixée, par exemple, à 13 pour 100, le torréfacteur doit faire de 6 à 7 tours par minute ; la quantité de tabac travaillée par heure s'élève à 650 ou 700 kilog., et l'on dépense dans le même laps de temps environ 22 kilog. de coke de gaz à 15 pour 100 de cendres.

Il résulte de ces chiffres, comme du reste on le reconnaît par des pesées directes, que la quantité d'eau évaporée dans le cylindre est de 85 à 90 kilog. par heure. Mais cette évaporation ne représente pas tout l'effet utile de l'appareil et du combustible : car le tabac, entré à une température moyenne de 20 degrés, sort à 60 degrés environ, et cette chaleur acquise est utilisée dans des manipulations ultérieures pour lui faire perdre encore une certaine humidité. L'air de ventilation, entré dans le cylindre vers 100 degrés, en sort à une température un peu supérieure à celle de la matière et qui atteint souvent 65 degrés ; le poids de cet air est, par heure, de 650 kilog. environ.

Si on veut se rendre compte de la quantité de chaleur qui traverse les parois du cylindre, il faut ajouter à la quantité d'eau évaporée un chiffre équivalent à l'accroissement de la température du tabac, soit de 25 à 30 kil. de vapeur, et retrancher de la somme ce que fournit l'air entrant à 100 degrés et sortant à 65.

On obtient ainsi un total de 110 kilog. environ, et la surface de chauffe du cylindre étant de 11 à 12 mètres carrés, il en résulte que la transmission de la chaleur équivaut à près de 10 kilog. de vapeur produite par mètre carré de surface et par heure.

En analysant la répartition complète de la chaleur du coke employé, on arrive aux résultats suivants, estimés en kilogrammes de vapeur.

Pour 1 kilog. de coke dont la combustion peut produire théoriquement au plus 10 kilog. de vapeur.

Évaporation dans le cylindre....................	4k00
Chaleur absorbée par le tabac et utilisée plus tard en grande partie..............................	1.30
Chaleur emportée par l'air de la ventilation........	0.50
Perte par la cheminée 25 pour 100................	2.50
Perte par les fondations et le rayonnement 15 p. 100.	1.50
	9.80

La chaleur utilisée pour le travail s'élève donc à 60 pour 100 de la chaleur totale de combustion du coke, et, si on veut ne compter que l'eau vaporisée réellement, soit dans le torréfacteur, soit après la sortie du tabac, l'effet utile s'élève encore à 50 pour 100.

AVANTAGES QUE PRÉSENTE LE TORRÉFACTEUR

DANS CES APPLICATIONS.

Voici, en résumé, les avantages que présente le torréfacteur de M. Rolland :

1° L'appareil est automatique et peut recevoir le mouvement d'un moteur quelconque ; il suffit de verser la matière à travailler dans la trémie du distributeur et de la recueillir à la sortie.

2° La marche du torréfacteur est continue, et l'on sait les avantages de la continuité sous le rapport de l'économie du travail, du combustible et de la matière travaillée, et sous celui de la plus grande régularité des produits obtenus.

3° Toutes les parties de la matière subissent dans le torréfacteur une action identique de la chaleur, condition capitale pour obtenir toujours le degré de torréfaction voulu, dès qu'une fois il a été atteint.

4° La seule cause qui pourrait faire varier le degré de torréfaction, cause qui réside dans l'activité variable de la combustion dans les foyers et dans les pertes plus ou moins grandes de calorique que subit le fourneau par ses parois extérieures, est constamment corrigée par le fonctionnement du thermo-régulateur.

5° Le fourneau avec ses enveloppes est disposé de manière à obtenir le meilleur emploi possible du combustible, et sous ce rapport ce nouvel appareil est très-économique.

Les divers diaphragmes qui s'opposent à l'entrée directe de l'air froid, soit dans le fourneau où circule la fumée, soit dans l'intérieur du

cylindre lui-même, contribuent aussi à diminuer la consommation du combustible.

6° Les bonnes conditions dans lesquelles se trouve placé le cylindre pour résister aux effets destructeurs d'une action inégale de la chaleur sur les diverses parties de la tôle diminuent beaucoup les chances de réparation.

7° Les matières placées dans l'intérieur du cylindre torréfacteur étant toujours séparées de l'atmosphère extérieure, les vapeurs qu'elles exhalent ne se répandent pas dans les ateliers ; elles gagnent directement la cheminée d'évacuation, disposition très-importante dans un grand nombre de cas, puisqu'elle supprime une cause sérieuse d'insalubrité ou au moins d'incommodité pour les ouvriers.

8° Par suite de la liaison invariable des hélices au cylindre, aucune partie de la matière ne peut séjourner sur un point quelconque de la tôle, et y contracter un mauvais goût ou s'y détériorer.

9° Les dispositifs du distributeur et les crochets dont sont armées les hélices lèvent les difficultés particulières que présentait la torréfaction des matières filamenteuses. Ces matières peuvent être amenées dans le torréfacteur à un assez haut degré de siccité, sans cependant se réduire en débris, sous l'action des retournements répétés qu'elles subissent; tandis que, lorsqu'elles sont torréfiées à l'air libre sur des plaques ou tuyaux chauffés, il en est tout autrement. Cet avantage est la conséquence de ce que la matière, étant maintenue à une haute température pendant tout le temps de son séjour dans le torréfacteur, reste par cela même beaucoup plus souple à égalité d'humidité.

10° L'appareil est disposé de telle sorte, qu'il est très-facile de faire varier à volonté soit la vitesse du cylindre, soit celle d'arrivée de la matière, soit la quantité d'air qui traverse constamment l'appareil et entraine les vapeurs, soit la température de cet air, etc., en un mot toutes les conditions de la marche.

11° En résumé, l'appareil est d'une manœuvre commode et salubre, il se prête à la torréfaction et au séchage d'une matière solide, sous quelque forme qu'elle soit, pourvu toutefois quelle n'adhère pas à la tôle, ainsi que pourraient le faire certaines matières pâteuses ou gluantes. Il permet de porter la matière à telle température que cela est utile et de l'y maintenir pendant aussi longtemps qu'on veut; et ce résultat il le produit avec une grande économie de main-d'œuvre et de combustible, tout en donnant des produits d'une égalité parfaite et en réduisant le déchet de la matière travaillée à ses plus étroites limites.

Les applications qu'on peut faire du torréfacteur sont très-nombreuses, et n'exigent que des changements de peu d'importance dans quelques détails des mécanismes et du fourneau, mais sans altérer en rien ni l'ensemble ni les dispositions principales. Ces changements sont réglés suivant différentes circonstances, telles que la nature et la forme de la

substance à torréfier, le genre d'action que cette matière doit subir et le degré de température nécessaire à la torréfaction.

Ainsi, en supposant l'une de ces circonstances, si, par exemple, la matière ne devait subir aucune détérioration par suite du contact des gaz de la combustion, et tel est le cas dans la plupart des grillages proprement dits, on obtiendrait un meilleur effet utile en supprimant le courant d'air chaud qui, dans l'appareil que nous avons décrit, traverse le cylindre, et en le remplaçant par le courant même des gaz de la combustion qui se rend à la cheminée. Pour cela, il suffirait de supprimer le second des manteaux en tôle qui enveloppent la partie supérieure du cylindre et de fixer sur le premier de ces manteaux, qui est au contact des gaz de la combustion, l'extrémité du tuyau qui, sur les dessins, donne issue à l'air chaud.

D'un autre côté, si la matière torréfiée ne devait perdre qu'une faible proportion d'eau ou pouvait, sans inconvénient, être exposée à une température notablement supérieure à 100 degrés, il y aurait lieu de diminuer beaucoup le volume d'air qui traverse le cylindre, et par suite les sections des conduits dans lequels circule cet air. On pourrait même supprimer entièrement le courant d'air, le conduit qui l'amène dans le cylindre et le second manteau en tôle, si la matière devait seulement subir une espèce de grillage comme dans la torréfaction du café. L'évacuation des gaz ou vapeurs, quelle qu'en soit l'importance, peut être produite, à volonté et suivant les cas, par le tirage d'une cheminée convenable ou par un ventilateur.

Quant aux hélices, on ne peut, pour chaque espèce de matière à traiter, fixer à l'avance leur nombre et leur inclinaison; ces éléments devront varier selon la fréquence des retournements à opérer, la quantité de matière contenue à la fois dans l'appareil et la durée du séjour qu'elle devra y faire.

Enfin on peut faire du torréfacteur un appareil travaillant à froid pour refroidir les matières, les ventiler et les purger de toutes les poussières qu'elles peuvent contenir. Le cylindre sera fait alors en douelles de bois cerclées en fer; la transmission du mouvement et l'entrée de la matière resteront les mêmes, mais l'extrémité par laquelle se fait la sortie s'ouvrira directement à l'extérieur, et le courant d'air déterminé par un ventilateur, marchera en sens inverse de la direction suivie par le courant d'air chaud, indiqué sur la fig. 1 de la pl. 28. L'appareil est employé sous cette forme, depuis plusieurs années, dans la fabrication du tabac comme complément du torréfacteur proprement dit.

APPAREIL THERMO-RÉGULATEUR.

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 22 ET 23 DE LA PL. 29.

Le thermo-régulateur appliqué pour régler la température dans le torréfacteur, est un grand thermomètre à air combiné avec une soupape à flotteur. Les nombreuses expériences auxquelles M. Rolland s'est livré, dans le but d'établir une théorie d'après laquelle on puisse combiner toutes les parties de l'appareil en vue d'obtenir une grande sensibilité, ont fait l'objet d'un second mémoire qui a été présenté à l'Académie des sciences et inséré dans le *Recueil des savants étrangers*.

L'appareil est composé d'un double siphon ABC, communiquant, par la tubulure q', avec le réservoir métallique q placé entre le premier et le deuxième manteau qui recouvrent le cylindre torréfacteur (fig. 1 et 2, pl. 28). La branche du milieu B communique librement avec l'atmosphère par sa partie supérieure. Une chambre cylindrique A′ est adaptée au tube A, et son diamètre est un peu plus grand que celui du reste de ce tube.

Le siphon, à partir d'un certain niveau x, x, est rempli de mercure, auquel se transmet directement, dans la chambre A′, la pression du gaz contenu dans le réservoir A′. Sous l'influence des variations de cette pression, le niveau du mercure oscille autour de la position moyenne x,x.

Un cylindre en fer D est immergé en partie dans le mercure, et tend à descendre ou à monter avec le niveau du liquide. Ce cylindre est attaché à une tige a, qui est portée par un couteau fixé au fléau de balance EF, lequel repose lui-même sur un autre couteau fixé au haut de la colonnette G, boulonnée à la plaque de fondation X. Deux vis de rappel b et c sont destinées à régler la longueur de la tige a, de telle sorte que le cylindre D plonge d'une quantité convenable dans le mercure.

A la plaque de fondation est fixé un cylindre en tôle K qui, en outre, est scellé dans la maçonnerie du carnau qui conduit l'air aux cendriers, et forme ainsi le débouché de ce carnau vers l'extérieur du fourneau.

Au dessous de ce cylindre est suspendue librement à l'extrémité droite du fléau EF la soupape H, disposée de telle manière que la différence de pression produite par le tirage de la cheminée, entre l'air extérieur et l'air contenu dans le canal K, soit sans influence sur son mouvement. A cet effet, cette soupape se compose de deux parties annulaires entièrement semblables et réunies par une cloison cylindrique extérieure. Les deux anneaux portent, sur leurs circonférences intérieures en i et i', deux cornières ou petits cylindres verticaux terminés en biseaux aigus d'égal diamètre. En J est un disque métallique de diamètre un peu plus grand que celui des biseaux $i\,i'$, et sur laquelle le biseau i' vient reposer quand la soupape est au bas de sa course. Ce disque est porté par trois

pieds Y fixés à la plaque X; la distance verticale de la face supérieure du disque J au plan mm' de la plaque X est égale à celle qui sépare les arêtes des deux biseaux i et i', en sorte que le biseau i' repose sur le plan mm', en même temps que le biseau i repose sur le disque J.

A ce moment, l'orifice du canal K est entièrement fermé par la soupape sans que celle-ci soit en rien surchargée par l'excès de pression existant entre l'air extérieur et celui compris dans le canal, ce qui résulte de ce que les pressions sur les anneaux se font équilibre. Cette disposition de la soupape a, de plus, l'avantage de laisser pénétrer l'air en abondance dans le conduit K, dès que la soupape est soulevée; ce dont on peut se rendre compte en examinant la figure 22 où des flèches indiquent les deux chemins suivis par l'air qui va aux cendriers.

Un contre-poids P est monté sur la tige M, de manière à pouvoir le fixer sur un point quelconque de sa hauteur à l'aide d'une vis de pression. En chargeant plus ou moins de grains de plomb la cuvette que porte ce contre-poids, on règle l'équilibre de la balance.

La tige M est fixée sur le bras gauche du fléau. En faisant varier la position du contre-poids P, on peut faire varier également la hauteur du centre de gravité de la balance au-dessus de son centre de rotation; la fixation convenable de cette hauteur joue un rôle capital pour la sensibilité du thermo-régulateur, et demande à être réglée avec le plus grand soin.

Le curseur n peut être rapproché plus ou moins du centre de rotation du fléau, et l'on peut modifier ainsi le moment statique des divers poids suspendus à celui-ci. Ce curseur porte un index dont l'extrémité v parcourt une échelle gravée sur le bras E du fléau. Les divisions de cette échelle sont réglées exactement de telle sorte que, pour un déplacement du curseur égal à l'une d'entre elles, le moment statique de ce curseur et de toutes les pièces solidaires avec lui varie d'une quantité égale et de signe contraire à celle dont varie le moment du cylindre D pour un changement déterminé, de $0^m,005$ par exemple, dans la hauteur barométrique. Cette disposition donne ainsi la facilité de compenser, pendant le fonctionnement du thermo-régulateur, la cause perturbatrice produite par les variations de la pression atmosphérique.

Une éprouvette L remplie de mercure a pour but d'intercepter la communication de la branche C du double siphon avec l'atmosphère. Cette éprouvette constitue une véritable soupape hydraulique, que la fig. 23 représente fermée. Dans cette position, elle repose, par sa partie inférieure, sur un verrou qui l'empêche de descendre dans l'orifice O réservé dans la plaque de fondation. La concentricité de l'éprouvette avec le tube du siphon est d'ailleurs assurée par l'introduction des broches d, dans les trous correspondants d'un collier fixé au tube C. Pour ouvrir la soupape hydraulique, il suffit de pousser le verrou qui soutient l'éprouvette et de laisser descendre celle-ci dans l'orifice O.

Réglementation de l'appareil. — Pour régler la marche du thermo-régulateur de telle sorte qu'il maintienne la température du fourneau à un point fixé à l'avance, voici comment l'on procède : on commence par ouvrir, en abaissant l'éprouvette L, la libre communication du réservoir avec l'atmosphère ; ensuite on amène l'index *v* du curseur *n* sur la division du fléau portant le chiffre correspondant à celui qui marque la hauteur du baromètre au moment où l'on opère.

Cela fait, on établit l'horizontalité du fléau et le parfait équilibre de la balance au moyen du contre-poids à cuvette P. Les choses en cet état, on laisse monter graduellement la température dans le fourneau, et dès que la température de règle est atteinte, ce dont on peut s'assurer à l'aide d'un thermomètre, on relève l'éprouvette L. Dès lors, le gaz du réservoir *q* (fig. 1 et 2, pl. 28), se trouvant emprisonné, produit, par ses dilatations et ses contrations, la régularisation cherchée de la température.

S'il survient, pendant la marche du travail, des variations dans la hauteur barométrique, on aura soin de déplacer le curseur *n* et de faire en sorte que l'index coïncide toujours, autant que possible, avec la division du fléau correspondant à la hauteur barométrique. On obtiendra ainsi la correction approximative des perturbations que pourraient apporter dans la température les variations de la pression atmosphérique. Cette approximation sera presque toujours suffisante pour les besoins de la pratique industrielle ; s'il en était différemment, on pourrait avoir recours au moyen que l'auteur a donné pour obtenir une compensation mathématiquement exacte (1) ; mais il a jugé inutile d'y recourir pour le thermo-régulateur qu'il a adapté à son torréfacteur.

(1) Ce moyen était réalisé dans le thermo-régulateur qui figurait à l'Exposition universelle de 1855 avec le torréfacteur mécanique ; nous rappellerons que, pour ces deux appareils, le jury international a décerné à l'auteur une médaille d'or.

TYPOGRAPHIE

PRESSE MÉCANIQUE A DEUX CYLINDRES

A RÉACTION POUR LABEURS

Par M. VOIRIN, constructeur-mécanicien à Paris

(PLANCHE 30)

Dans le ve volume de ce recueil, en 1847, nous avons donné un aperçu historique sur les presses mécaniques à imprimer (1), avec les dessins et la description de deux machines les plus perfectionnées de cette époque; l'une à deux cylindres, à retiration, construite par MM. Tissier et Ce sur le système de Cowper; l'autre, de M. Dutartre, à un seul cylindre, n'imprimant que d'un seul côté ou *en blanc*.

Sans qu'il y ait eu dans les dispositions générales de ces machines, déjà bien perfectionnées alors, de changement bien radical, des modifications importantes dans les détails de construction et quelques combinaisons nouvelles ont permis d'atteindre des résultats bien supérieurs, soit comme tirage plus parfait, soit comme rapidité d'exécution.

Ainsi, tandis qu'au commencement de ce siècle on regardait comme un fait très-remarquable le tirage de 400 feuilles par heure, puis, plus tard, un tirage triple, on obtient maintenant pour l'impression des journaux, avec une presse à deux cylindres seulement, dite à *réaction :* 3 à 4,000 exemplaires ou feuilles simples, *recto* et *verso;* et, avec une presse à quatre cylindres, 6,000 feuilles à l'heure.

On est même arrivé à exécuter des presses à *table cylindrique* (2) avec mise en pages dans des châssis spéciaux et avec quatre, six, huit et dix

(1) M. le général Poncelet, dans son rapport général sur les machines envoyées à l'Exposition universelle de Londres en 1851, a donné un historique très-complet sur ces machines. Le savant académicien nous a fait l'honneur de citer souvent dans ce travail notre *Publication industrielle*.

(2) Ce système, dit *Américain*, est dû à un ingénieur mécanicien très-distingué des États-Unis, M. Hoe, qui a obtenu de son gouvernement une prolongation de sa patente. Un premier brevet a été pris en France par M. Newton le 22 juillet 1847; un second, par MM. Newton et Hoe, de New-York, le 24 janvier 1848 (le dessin est donné dans le vol. VII du *Génie industriel*), et un troisième, par M. Hoe seul, le 12 octobre 1849.

Le journal *la Patrie* est imprimé avec une presse à table cylindrique et à quatre presseurs de M. Hoe. En 1857, une machine à six presseurs était exposée au Palais de Cristal, à Sydenham; la table, portant les caractères, était formée d'un tambour hori-

cylindres imprimeurs, qui peuvent donner huit, douze, seize et jusqu'à vingt mille journaux par heure, mais, nous devons l'avouer, le système ne donne pas des résultats aussi parfaits que les presses à table plate. Cependant il a fallu tout le génie, toute la persévérance de l'inventeur pour atteindre le résultat relativement remarquable qu'il obtient aujourd'hui.

Dans les presses à *réaction* ou rotation alternative, chaque cylindre, après avoir imprimé les feuilles *en double, au recto, et sur une même composition*, en tournant sur lui-même dans un certain sens, tourne aussitôt en sens contraire, de manière à *imprimer le verso sur la même composition*, et par le retour du chariot ou de la forme nouvellement encrée.

Chacune de ces feuilles de papier est conduite du cylindre fouleur à un tambour régulateur en bois dit de *registre* par un circuit de cordons, marchant, ainsi que le tambour, toujours dans le même sens et dirigés, aux points de prise de passage ou de croisement, par d'autres rouleaux à oscillations intermittentes, fixés à l'extrémité de leviers coudés basculant au moyen de cammes.

Chaque feuille, contenant, comme il est dit plus haut, deux exemplaires résultant d'une seule et même composition ou d'un simple cylindre fouleur, il en résulte naturellement qu'une machine à deux ou quatre cylindres en fournit quatre, six ou huit dans le même temps.

Les premières presses de ce système, à quatre cylindres, datent

zontal de 1m 37 de diamètre et de 1m 22 de longueur, et animée d'une vitesse de 40 révolutions par minute.

Dans ces machines, tangentiellement au tambour, sont disposés les cylindres imprimeurs qui tournent également, et sur lesquels se trouvent les tables alimentaires qui reçoivent le papier destiné à l'impression. Dans les intervalles qui existent entre les cylindres imprimeurs sont placés les cylindres encreurs. Les caractères sont disposés dans une forme appelée *tortue*, à cause de sa courbure, et sont assujettis par le simple frottement entre des règles prismatiques, dont les flancs tendent au centre; de telle sorte que les caractères, qui occupent le milieu de l'intervalle entre les règles, tendent directement vers l'axe du tambour; tandis que ceux qui touchent aux règles se dirigent selon une ligne qui passe à une distance de cet axe, égale à la moitié d'un de ces intervalles. Cette déviation est si petite qu'elle est sans effet dans la pratique. La tortue est fixée par des boulons sur le cylindre, dont la surface n'est couverte qu'en partie des caractères. Le reste sert de table d'encrage.

L'encre est contenue dans une auge, située sous le cylindre et appliquée sur la table d'encrage par plusieurs rouleaux de distribution. De là elle parvient aux cylindres encreurs, qui le portent sur l'œil des caractères. Sur chaque table alimentaire, il y a un preneur qui pousse en avant, une à une, les feuilles que saisissent des doigts placés dans l'intérieur du tambour. Ces feuilles reçoivent l'impression et sont ensuite transportées entre des rubans continus, puis empilées automatiquement l'une sur l'autre.

Avec les machines à 6 cylindres et 6 margeurs, la vitesse atteint 8,000 exemplaires à l'heure; avec 4 cylindres, on est limité par la difficulté de marger assez vite, surtout en retiration, pour dépasser 4 à 5,000 exemplaires. Il est bien entendu que la retiration n'est pas produite avec ces presses et qu'elles ne donnent qu'un registre approché, acceptable seulement pour des journaux.

On parle même d'employer un moyen encore plus expéditif, dû à MM. Sörrensen et Hoe, qui consisterait à imprimer de longues bandes de papier continu.

de 1848 (1) : l'une par M. Normand, breveté en janvier 1848, employée à l'impression du journal le *Constitutionnel;* l'autre par M. Gavaux fils, breveté en octobre de la même année et fournie au journal la *Presse,* a été transformée depuis par M. Marinoni.

A l'Exposition universelle de 1855, M. Normand avait envoyé une presse à retiration et à pinces (2), et une presse à trois cylindres pour

(1) Rapport de M. le général Poncelet, cité plus haut. Le système à rotation, considéré dans son application, à un seul cylindre, a fait l'objet d'une demande de brevet d'importation en 1826, par M. Midendorf, qui, associé avec M. Gauthier Laguionie, mécanicien à Paris, obtint à l'exposition de 1827 une médaille de bronze.

(2) Dans la presse à retiration, on remarquait une disposition toute nouvelle pour l'ajustement des pinces du second cylindre, et telle que si, pendant le mouvement de la presse, la seconde forme n'est pas placée sur la table, de façon que les deux impressions ne soient pas en registre, on peut, au moyen dudit ajustement, déplacer la feuille sur le second cylindre pendant la marche, de manière à obtenir un registre parfait.

M. Dutartre avait envoyé à cette Exposition de 1855 une presse typographique mécanique à vignettes, et une presse mécanique imprimant en deux couleurs sur la même feuille. Ces deux machines ont été examinées par le jury, qui a trouvé que la presse à vignettes était très-remarquable par la solidité de sa confection et par le grand soin apporté dans tous ses détails. Cette presse offrait, en outre, plusieurs améliorations importantes, notamment l'application des guides de chaque côté de la grande bielle, qui donne le mouvement à la table-impression, de telle sorte qu'au moyen de ces guides la pression par l'angle oblique que fait la bielle ne puisse nuire aux mouvements de la table : mouvements obtenus au moyen d'une manivelle et de la bielle ci-dessus mentionnée, dont l'un des bouts est fait en forme de fourchette et transmet l'impulsion par l'intermédiaire d'une roue dentée qui produit à la fois un mouvement alternatif et rotatif, cette roue fonctionnant par sa partie inférieure dans une crémaillère fixe et par sa partie supérieure dans une crémaillère attachée à la table ; le mouvement de celle-ci se trouve, par suite de cette disposition, quatre fois plus grand que le rayon de la manivelle.

L'encrage est aussi très-parfait. On remarquait une disposition nouvelle dans l'encreur, auquel est ajouté un petit rouleau supplémentaire fonctionnant au moyen d'engrenage ; ce rouleau a pour but de maintenir l'encre toujours en mouvement, afin de pouvoir employer de l'encre forte à vignettes et la maintenir dans un état liquide suffisant sans avoir besoin de chauffer la boîte à encre. Le mouvement rotatif du rouleau de l'encreur est obtenu par un engrenage, ce qui amène son mouvement régulier et absolu. Une table spéciale est aussi établie pour qu'on puisse alimenter des feuilles de décharge, afin de protéger le *blanchet* du cylindre d'impression.

La machine à imprimer à deux couleurs offrait à peu près les mêmes organes de mouvements que la presse à vignettes, et la disposition toute spéciale de cette machine était telle, que la table-impression était assez large pour prendre les deux formes à la fois ; cette machine avait de plus deux tables pour la distribution des deux couleurs. Deux encreurs y étaient établis, et le cylindre impression a un diamètre déterminé, de telle sorte que la circonférence de ce cylindre était la même que la largeur de l'une des formes. La feuille était maintenue au moyen des pinces jusqu'à ce que les deux révolutions du cylindre soient accomplies : le cylindre s'arrêtait alors pour recevoir une nouvelle feuille.

M. Alauzet avait exposé une presse mécanique à grand développement, à pinces et à double touche pour l'impression de vignettes. Le mouvement de la table-impression était obtenu dans cette machine par la crémaillère ordinaire, seulement les dents de cette crémaillère étaient en acier trempé et fixées chacune par un écrou, de manière que chaque dent, se trouvant supportée entre deux barres de fer, formait une crémaillère d'une grande solidité. (Rapport du jury à l'Exposition universelle de 1855.)

l'impression des journaux, construite d'après les dispositions décrites ci-dessus.

MM. Marinoni et C[e] avaient également exposé deux presses, l'une à un cylindre avec pinces, l'autre à quatre cylindres et à réaction pouvant donner 3,000 impressions par heure sur les deux côtés avec 4 margeurs, ce qui fait 750 feuilles par heure pour chaque margeur. La machine, ne marchant qu'à cette vitesse, donne amplement le temps aux margeurs pour bien poser les feuilles; après que les feuilles sont imprimées sur les deux côtés, elles sont coupées en deux à la main, ce qui fait 6,000 journaux par heure que pouvait produire cette machine.

La machine construite par M. H. Voirin, successeur de M. Normand, est une *presse mécanique, à réaction, à deux cylindres* (1), établie sur le principe de celles dont nous venons de parler, et dont on fait usage pour l'impression des journaux; elle se distingue pourtant de ces dernières par plusieurs perfectionnements de détails qui, donnant à la marche un fonctionnement plus précis, lui permettent d'obtenir une impression et un registre plus parfaits, et, par suite, rend son utilisation possible pour les tirages d'ouvrages en labeurs. Ces résultats sont obtenus par l'application des combinaisons mécaniques suivantes :

1° Les diamètres des cylindres presseurs sont calculés pour que leur développement soit égal à la longueur du plus grand format que la machine peut imprimer.

2° Des excentriques, dont le moment d'action peut être réglé à volonté, permettent de faire varier, suivant le format, le départ des feuilles.

3° Les rouleaux distributeurs sont croisés et les rouleaux toucheurs sont plus gros et en plus grand nombre que dans les presses à journaux.

4° La mise en train est facilitée par une disposition qui permet de mobiliser la tringle des cordons.

5° Des guides sont placés de chaque côté sur le devant pour donner au margeur la faculté de toujours placer bien exactement la feuille.

6° Une disposition particulière de tendeurs est appliquée aux sangles placées vers les deux extrémités des cylindres-presseurs pour les maintenir rigides et soulevés pendant les interruptions que présente la composition sur le marbre.

7° Application de deux excentriques de réglage, un pour chaque cylindre, au lieu que dans les machines à journaux un seul sert ordinairement pour les deux. Enfin, construction générale plus précise et plus soignée que dans ces sortes de machines.

On reconnaitra aisément, nous l'espérons, ces diverses combinaisons en jetant les yeux sur le dessin, pl. 30, qui représente cette machine, dont nous allons donner une description détaillée.

(1) Ce constructeur vient aussi de livrer à l'Imprimerie impériale une machine à réaction, pour labeurs, à quatre cylindres.

DESCRIPTION DE LA PRESSE A RÉACTION POUR LABEURS,

REPRÉSENTÉE PL. 30.

La fig. 1re est un plan général de la presse ; les tables à marger et celles destinées à recevoir les feuilles en retiration sont supposées enlevées, ainsi que le cylindre en bois de droite, servant à retourner la feuille de papier après son impression sous le cylindre-presseur placé de ce côté.

La fig. 2 est une vue longitudinale, en élevation ; la partie de gauche, jusqu'au delà de la transmission du mouvement, est représentée extérieurement de face, et la partie de droite en section faite par le milieu de la largeur, suivant la ligne 1-2 du plan.

La fig. 3 est une section transversale faite, vers le milieu de la longueur de la machine, suivant la ligne 3-4 de la fig. 2.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/20 de l'exécution.

La fig. 4 indique, par un tracé et des flèches, la marche de la feuille de papier conduite par les cordons.

La fig. 5 est un détail, à une échelle double des figures d'ensemble, du rouleau preneur d'encre et de son mouvement.

La fig. 6 indique en section une portion de l'un de ces cylindres muni de son tendeur de sangle, et de celui qui sert à la tension du *blanchet*.

La fig. 7 montre en détails la disposition des galets qui facilitent le mouvement de va-et-vient de la table, et la tige de butée avec ressort à boudin destinés à amortir le choc à fin de course.

Les fig. 8 et 9 représentent en élévation et en plan le tendeur des sangles placé vers les extrémités des cylindres presseurs.

La fig. 10 est un détail des guides à galets sur lesquels passent les cordons.

Dispositions générales. — On voit tout d'abord à l'inspection de ces figures que les deux côtés de cette machine sont complétement semblables; toutes les pièces sont répétées symétriquement à droite et à gauche, de sorte que nous n'aurons à décrire que l'un des côtés en indiquant pour l'autre les mêmes pièces par les mêmes lettres.

Le bâti est composé de deux longues flasques en fonte, nervées et à jours A et A', reliées par six fortes traverses également en fonte A^2, qui supportent deux rails a et a', destinées à recevoir et à guider les galets fixés à la table mobile. Ces rails sont en outre reliés aux flasques du bâti par des bras a^2 en forme de T, avec lesquels ils sont fondus.

Des supports verticaux B et B', boulonnés sur le bâti, supportent la table à marger C, la table à recevoir les feuilles imprimées C', le tambour D' et les rouleaux de tension des cordons-guides.

Les flasques du bâti sont encore fondues avec les paliers B^2, qui supportent les coussinets en bronze dans lesquels tournent les axes des cylindres presseurs ou fouleurs D.

La commande générale de la machine est placée sur le devant, au milieu de la longueur du bâti, et les arbres de la transmission, supportés d'un bout par la flasque A, le sont par le bout opposé par des paliers indépendants C^2.

Pour faciliter l'étude des pièces spéciales qui constituent l'ensemble de cette machine, nous allons suivre la série d'opérations qu'elle exécute.

Prise de la feuille. — Les feuilles de papier destinées à être imprimées sont apportées en rames, à l'état humide, sur les tables à marger C. Ces feuilles sont amenées séparément et une à une par un enfant sur le bord c de la table dont il forme le prolongement. Ce bord est assemblé à charnières pour pouvoir s'incliner et se diriger vers le cylindre de pression D, sous l'impulsion même du *preneur de feuilles b*.

Ce dernier, muni sur sa longueur de ses deux galets en bronze, ou *boules à marger*, est animé d'un mouvement alternatif intermittent de montée et de descente qui lui permet de déposer la feuille de papier sur le cylindre D, et d'incliner le bord c de la table, en attaquant par ses extrémités de petits bras courbés d^2 qui en font partie. Ce mouvement lui est communiqué par la camme b', contre la périphérie de laquelle appuie un petit galet monté à l'extrémité du levier b^2, fixé sur le même arbre c' que les deux bras c^2 qui portent l'axe des boules à marger. C'est seulement quand le galet tombe dans le creux de la camme (voy. fig. 2) que les preneurs de feuilles se trouvent placés en contact avec le cylindre, lequel alors, dans sa rotation, entraîne la feuille engagée entre deux séries de cordons conducteurs qui la dirigent et la maintiennent pendant tout son parcours.

Le moment exact de la prise de la feuille est réglé par la position du galet qui agit sur la camme b', et qui, à cet effet, est monté à coulisse à l'extrémité du levier b^2. De plus, pour les changements de format, on déplace la camme sur son axe, de façon à placer le creux de retombée du galet dans la position convenable.

Pour assurer la position de la feuille et en même temps règler la largeur de la marge, de petits buttoirs sont disposés devant le bord mobile c de la table à marger. Ils sont fixés sur un axe en fer e au moyen de leviers, qui permettent de régler à volonté leur éloignement du bord de ladite table.

Marche de la feuille. — Entraînée par le cylindre D, la feuille se présente d'un côté à l'impression des caractères disposés sur le marbre E et est dirigée par la rotation même de ce cylindre, au fur et à mesure qu'il se développe, entre la série de cordons d sur le rouleau de registre D', ainsi que l'indiquent les flèches en traits pleins de la fig. 4.

La feuille tourne alors autour de ce rouleau, toujours guidé par les

cordons d, et est dirigée à nouveau par les cordons e' sur le presseur D qui, au moment où la feuille arrive, tourne dans le sens indiqué par les flèches ponctuées, c'est-à-dire inverse de son premier mouvement. Ce cylindre présente alors de rechef la feuille à l'impression du marbre, mais retournée par le fait de son passage autour du rouleau D'; ainsi imprimée des deux côtés, elle est dirigée par les cordons e' et e^2 vers la table à recevoir C' où elle est prise et réunie aux précédentes par un enfant chargé de ce soin.

Pour effectuer le changement de direction de la feuille par les cordons, il est nécessaire que la tringle-guide f des cordons e' soit mobile pour se déplacer à l'instant voulu. Quand la feuille doit suivre les cordons d pour passer sur le rouleau de registre D', cette tringle-guide est abaissée en f, et les cordons e' qui entourent le cylindre presseur sont dans la position ponctuée indiquée fig. 4. Quand le contraire doit avoir lieu, c'est-à-dire au moment où la feuille sort du rouleau D' pour passer à nouveau en sens inverse, sous le presseur D, la tringle-guide est soulevée et occupe la position f'.

Le mouvement nécessaire pour placer ainsi cette tringle aux instants voulus est communiqué par une camme F, fixée sur le même axe que celle b', et contre laquelle appuie un galet k monté à l'extrémité du levier F', lequel est fixé sur le même axe f^2 muni des deux petits bras auxquels la tringle-guide f est suspendue.

Le déplacement des cordons e', sous l'impulsion de cette tringle, est facilité par une autre petite tringle g faisant l'office de tendeur et qui, à cet effet, peut se mouvoir dans une coulisse courbe pratiquée dans son support G. (Voyez fig. 2.)

Pour faciliter la mise en train, en permettant le réglage facile du tendeur des cordons, il existe au-dessus des galets g' (voyez le détail de montage de ces galets, fig. 10) sur lesquels passent lesdits cordons, un support à double fourche g^2, destiné à recevoir des tringles qui les maintiennent pendant cette main-d'œuvre préparatoire.

Cylindres imprimants ou presseurs. — Chaque cylindre presseur se compose, comme d'ordinaire, d'une enveloppe fixée sur un arbre en fer au moyen de deux plateaux extrêmes à croisillons (fig. 2 et 6), qui sont fondus avec le cylindre, et dont la circonférence h est dentée pour engrener avec les deux crémaillères E^2, fixées latéralement de chaque côté du marbre E et des tables à encrer E'.

L'axe de ces cylindres est monté dans les paliers B^2, dont la hauteur des coussinets peut être modifiée à volonté au moyen des vis h', afin de régler la pression du cylindre sur la composition.

Pour donner une pression légèrement élastique, le cylindre est matelassé et recouvert d'un *blanchet* parfaitement tendu au moyen de deux règles en métal i et i' (fig. 1 et 6) disposées à l'intérieur, au-dessous d'une fente longitudinale h^2 pratiquée à sa circonférence. Les bords extrêmes du tissu dont le blanchet est formé sont pincés par ces règles

qui peuvent être rapprochées plus ou moins l'une de l'autre au moyen de boulons à écrous i^2 destinés à régler la tension.

Vers les extrémités, près des roues d'engrenage *h*, chaque cylindre presseur est entouré par deux sangles *j* formant saillie, et qui sont destinées, en roulant sur deux bandes de fer *j'* fixées de chaque côté, sur toute la longueur du marbre et des tables à encrer, à maintenir le cylindre soulevé, ou plutôt à l'empêcher de fléchir lorsque le marbre passe, et qu'il cesse pour un instant de presser sur les caractères par suite d'une interruption dans la composition.

Sans cette précaution, quand il se présente un espace d'une assez grande étendue sans composition, le cylindre, ne trouvant plus la résistance que lui oppose la saillie des caractères, fléchit légèrement et presse sur la dernière ligne de lettres. Il en résulte pour celle-ci une fatigue, et l'impression en souffre en ce sens que l'encre s'étale davantage sur cette dernière rangée de lettres, laquelle se trouve alors imprimée plus large et plus noire que les autres.

M. Voirin, pour tendre bien convenablement chaque sangle emploie le petit mécanisme très-simple représenté par les fig. 6, 8 et 9. Il se compose d'un rouleau J, armé de pointes qui servent à retenir le tissu, et que l'on fait tourner sur lui-même au moyen d'une clef; un petit crochet j^3, muni de son cliquet, maintient ce rouleau dans la position nécessaire à la tension.

Encrage des rouleaux et de la forme. — Pendant la marche des feuilles de papier autour des cylindres d'impression et des rouleaux de registre, le marbre E, contenant les types, est venu alternativement aux deux extrémités de la machine, s'imprégner d'encre avant de se présenter au foulage.

Chacun de ces encriers extrêmes est composé d'une auge en fonte K fermée par le rouleau *k'*, qui reçoit un mouvement lent continu de rotation au moyen d'une paire de roues d'angle K', actionnées elles-mêmes par l'intermédiaire de l'arbre incliné K^2 et des roues d'angle k^2 commandées par l'arbre de transmission.

Dans sa rotation le *rouleau d'encrier k'* emporte une certaine quantité d'encre, que l'on règle au moyen de vis k^3, en rapprochant ou éloignant le bord du fond de l'encrier de la circonférence dudit rouleau. A un moment donné le *rouleau preneur* L vient se placer en contact de ce rouleau encreur, et lui enlève l'encre qu'il contient pour la déposer ensuite sur la table E^2.

Le mouvement du rouleau preneur est obtenu au moyen d'une camme *l* (fig. 2 et 5), fixée sur l'axe du rouleau encrier *k*, au bout opposé à sa commande. Cette camme agit sur un galet *l'*, dont l'axe est monté dans la coulisse d'un levier l^2, fixé sur le même arbre horizontal qui reçoit les deux leviers L', aux extrémités desquels est suspendu le rouleau preneur. Les positions relatives de ce rouleau et de son galet

avec l'encrier et la table E′ sont réglées par des vis m et m' (voy. fig. 5).

La table E′ à l'extrémité de sa course reçoit l'encre du preneur et, revenant sur elle-même, subit l'action des rouleaux obliques M ou *rouleaux broyeurs* destinés à étaler l'encre bien également.

Ainsi broyée et étalée par la continuation du mouvement rectiligne de la table, l'encre se trouve enlevée par les *rouleaux encreurs* M′ qui la transmettent enfin en dernier lieu sur les caractères contenus dans les formes maintenues sur le marbre E.

Commande et travail de la presse. — Le mouvement est communiqué à toutes les pièces mobiles de la machine par l'arbre n, muni des poulies fixe et folle P et P′ et du volant régulateur V. Sur cet arbre est fixé un pignon p qui, par la roue droite R, donne le mouvement aux roues d'angle k^2, le transmettant, ainsi que nous l'avons vu, par celles K′ aux rouleaux d'encriers k'.

Ce même pignon p engrène avec une roue supérieure R′ fixée sur un axe intermédiaire muni du pignon p', qui commande à la fois les deux roues R^2, dont les axes reçoivent les cammes b' et F, actionnant, l'une le preneur de feuilles b, l'autre la tringle f du changement de feuilles.

L'arbre n est encore muni d'une petite roue d'angle r qui, par les deux pignons r', les arbres obliques N et les roues d'angle N′, donne simultanément le mouvement aux deux rouleaux de registre D′.

Jusqu'ici toutes les pièces commandées par l'arbre n sont, comme on voit, animées d'un mouvement de rotation continu, il n'y a que le marbre et les cylindres presseurs D, qui doivent être animés d'un mouvement alternatif, le premier de va-et-vient rectiligne, et le second de rotation en sens inverse.

C'est encore l'arbre principal n qui communique ce double mouvement au moyen de l'arbre oblique n', assemblé par une rotule ou genouillère appelée *joint de Cardan*, et muni, à l'extrémité opposée à cet assemblage, du pignon O (fig. 3), qui engrène avec la crémaillère O′, alternativement en dessus et en dessous de ses dents pour faire aller et revenir le marbre E et ses tables E′. A cet effet, deux croissants en fer o, fixés aux extrémités de la crémaillère, permettent au pignon, à l'aide d'un petit galet qui y est assujetti, de suivre son contour et de commander, malgré l'uniformité de la rotation de l'arbre brisé n', tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, le marbre auquel la crémaillère est reliée par les bras o'.

Une coulisse en fonte q, boulonnée aux traverses A^2 du bâti, et dans laquelle peut glisser à frottement doux l'extrémité carrée de l'arbre n', guide celui-ci dans son mouvement angulaire (voir le tracé en ligne ponctuée de la fig. 3), qu'il est obligé d'effectuer à chaque fin de course, pour que son pignon puisse passer du dessus en dessous de la crémaillère et *vice versa* (1).

(1) Par ce mode de transmission au moyen du *joint de Cardan*, il se produit un arrêt irrégulier lors du passage du pignon dans les croissants, mais qui est sans importance,

Pour guider le marbre dans son mouvement rectiligne de va-et-vient, une série de galets *s* (fig. 3 et 7), montés entre deux longues bandes de fer parallèles, sont disposés sous les tables et roulent sur les rails creux *a* fixés aux traverses du bâti.

Pour supporter la pression des cylindres fouleurs, le marbre est soutenu au milieu de sa largeur par deux grands galets S (fig. 3), montés dans des supports fondus avec les deux traverses A^2, qui sont placés directement au-dessous des cylindres.

Afin de donner plus de douceur au mouvement des tables, et empêcher qu'elles ne produisent un choc en arrivant à fin de course, leurs extrémités sont munies latéralement de petits tampons en buffle *s'* (fig. 2, 3 et 7), qui viennent buter sur la tête des tiges *t*, entourées par

l'impression n'ayant lieu que dans les points du parcours où le marbre est en vitesse dans un sens ou dans l'autre. C'est seulement alors que l'uniformité du mouvement de translation est indispensable ; mais la transmission par le joint de Cardan ne peut produire complétement cette uniformité par suite de la position inclinée que l'arbre est obligé de conserver pour engrener alternativement avec le dessus et le dessous de la crémaillère. Dans les *machines à réaction* son emploi est sans inconvénient, parce que les cylindres presseurs reçoivent le mouvement du marbre au moyen des crémaillères; mais dans les *machines en retiration à pinces et à décharges*, il n'en est pas de même ; pour remédier au manque d'uniformité du mouvement on applique entre le marbre et le bord des cylindres une bande de cuir ou de sangle appelée *support*, qui détermine une certaine solidarité, et, évitant tout glissement, force à peu près ces deux organes à marcher d'accord. L'addition de ces supports diminue bien les effets de la discordance entre les deux mouvements, mais comme ils sont l'un et l'autre déterminés par des organes rigides, l'amélioration dont il est question ne peut être obtenue qu'en faisant violence à l'un des arbres intermédiaires, lequel se trouve forcément soumis à une légère torsion.

Pour éviter cet inconvénient inhérent au joint de Cardan, M. Normand a eu l'idée de substituer au pignon ordinaire, dont tous les points de la circonférence conservent un *rayon constant*, un pignon à *rayon variable*, c'est-à-dire un pignon de forme ovale combiné de telle manière que ses rayons varient en raison inverse de la vitesse angulaire dans chacune de ses positions successives. Afin de maintenir avec sa valeur constante l'angle des deux axes réunis par l'articulation, malgré les variations des rayons qui agissent successivement sur la crémaillère, M. Normand a raccourci les dents de celle-ci de toute la longueur dont le rayon moteur augmente le mouvement. L'ensemble de la denture de la crémaillère forme ainsi une ligne ondulée, présentant, à la partie supérieure comme à la partie inférieure, deux dos et deux ventres correspondant respectivement aux ralentissements et aux accélérations de l'arbre du pignon ovale. (Voir sur ce nouveau mode de transmission, le rapport de M. Tresca à la *Société d'encouragement*, que nous avons reproduit dans le vol. XXIV du *Génie industriel*.)

M. Voirin, en suivant un tout autre ordre d'idées, est arrivé au même résultat. Il supprime complétement le joint de Cardan, cause du mouvement irrégulier, et le remplace par un pignon ordinaire avec son axe fixe; c'est au contraire la crémaillère qui se meut de bas en haut et de haut en bas pour changer la direction du mouvement. Cette crémaillère est construite en fer pour qu'elle soit à la fois solide et légère, et son poids est équilibré par l'emploi de ressorts qui la soutiennent. Une presse ainsi actionnée fonctionne chez M. Paul Dupont, sans bruit, sans secousses, sans papillotage et sans nécessiter l'emploi de supports.

des ressorts à boudin et ajustées dans leurs supports pour glisser aisément sous la pression.

Les deux cylindres fouleurs D reçoivent, comme il a déjà été dit, leur mouvement alternatif en sens inverse au moyen de leurs roues *h*, qui engrènent avec les deux crémaillères E^2 fixées au marbre.

La vitesse de celui-ci, comme de tous les autres organes, dépend naturellement de celle transmise à l'arbre moteur *n*. En supposant cet arbre animé d'une vitesse de 87,5 tours par minute, soit 5,250 tours par heure, on obtient pour le marbre 750 va-et-vient dans le même temps. Ce qui permet d'obtenir un nombre égal de feuilles imprimées sur le *recto* et le *verso* pour chaque cylindre, c'est-à-dire 1,500 feuilles, et comme la forme doit contenir la composition en format double que doit avoir, en définitive, la feuille imprimée, on a, après avoir coupé celle-ci par moitié, 3,000 épreuves.

Pour obtenir 750 va-et-vient par heure ou 12,5 par minute, il faut, comme il est dit plus haut, que l'arbre moteur, muni de la poulie motrice P et du volant régulateur V, soit animé dans le même temps d'une vitesse de 87,5 tours. Or, le pignon O doit donc faire 87,5 : 12,5 = 7 tours pour un va-et-vient du marbre : 3 tours en dessus, 3 tours en dessous et un demi-tour à chaque extrémité dans le croissant.

La course du marbre dans chaque sens est de 2^m243, soit pour la course totale 4^m486. Le diamètre du pignon est de 0^m226, dont la circonférence est 0^m710. A chaque révolution, ce pignon devra faire avancer la crémaillère de cette dernière quantité, mais à chaque extrémité de la course il y a un temps perdu dans les croissants, et la crémaillère n'avance là que d'une quantité égale, non plus à la circonférence, mais seulement au rayon, ce qui donne bien alors pour un aller

$$0^m710 \times 3 + 113 = 2^m243,$$

ou pour le va-et-vient complet

$$0^m710 \times 6 + 226 = 4^m486.$$

Ce nombre de tours de 87,5 par minute est une vitesse que l'on peut dépasser, et porter sans inconvénients jusqu'à 1,000 à 1,200. Nous avons vu fonctionner dans de telles conditions deux machines semblables à celles que nous venons de décrire à l'imprimerie de M. Paul Dupont, et nous avons pu constater leur bonne marche, la régularité du tirage et une perfection relative dans le registre, bien supérieure aux presses à réaction employés à l'impression des journaux.

Le prix d'une telle machine à Paris, dans les ateliers du constructeur M. Voirin, est de 12,000 francs.

LISTE

DES BREVETS PRIS EN FRANCE DE 1848 A 1862, POUR LES PRESSES MÉCANIQUES A IMPRIMER.

Noms des brevetés.	Titres des brevets.	Dates.
NORMAND	Système de presse mécanique typographique (1).	10 janvier 1848.
HOE et NEWTON	Perfectionnements apportés à la presse typographique (1 certificat d'addition)	24 janvier 1848.
BENIOWSKI	Perfectionnements aux procédés employés dans l'imprimerie typographique (2)	24 mai 1848.
GAVEAUX	Machine typographique (3)	7 octobre 1848.
ROHLF	Disposition de machine typographique continue (1 certificat d'addition)	19 octobre 1848.
HOE	Presse typographique propre à imprimer les cartes de visite, d'adresses et autres	6 janvier 1849.
DELVART	Presse à mouvement continu pour l'imprimerie, la lithographie et la gravure	9 janvier 1849.
GILLIMANN et ALAUZET	Améliorations et dispositions mécaniques applicables aux presses typographiques	10 février 1849.
D'ARDENNE	Machine rotative continue à imprimer	19 mai 1849.
BARBAT et BODMER	Machine à imprimer	2 juin 1849.
GIROUDOT fils	Machine typographique à impression continue.	6 juin 1849.
MEURANT frères	Presse à double levier marchant alternativement	16 juin 1849.
JOLY	Système complet de machine propre à l'impression typographique (2 certificats d'addition. — Brevet du 15 novembre 1847)	20 juin 1849.
BENIOWSKI	Perfectionnements apportés aux appareils et procédés propres à l'impression typographique	3 novembre 1849.
MARINONI et BAILLET	Machine à imprimer	7 novembre 1849.
HOE	Perfectionnements apportés aux presses typographiques, dites *presses à labeur*	12 décembre 1849.
ROSE	Certains perfectionnements dans les procédés d'impression typographique et dans les machines et appareils y ayant rapport	5 mars 1850.
MAUDUIT	Presse typographique, toucheur à double fonction (1 certificat d'addition)	15 mai 1850.
CHAIX	Caractères et machine cylindrique pour l'impression des journaux, labeurs (1 certificat d'addition)	25 mai 1850.
NORMAND	Presse mécanique à imprimer	23 juillet 1850.
CHEVALIER, BOURLIER et MARINONI	Système de va-et-vient appliqué aux presses typographiques	25 octobre 1850.

(1) Le dessin et la description de cette presse sont publiés dans le vol. XIII, p. 165, des brevets d'invention. Loi de 1844.

(2) *Idem.*, vol. XI, p. 123.

(3) *Idem.*, vol. XIV, p. 101.

Noms des brevetés.	Titres des brevets.	Dates.
ROUJAT...........	Presse mécanique typographique, à système cylindrique..............................	14 décembre 1850.
VANCOURT.........	Machine typographique et autographique à double levier et à engrenages.................	2 avril 1851.
CHARPENTIER et COISNE........	Machine propre à l'impression typographique..	11 avril 1851.
CHARPENTIER et COISNE........	Disposition du mécanisme des machines typographiques..............................	10 septembre 1851.
HAUNET..........	Perfectionnements apportés dans les divers systèmes de presses à imprimer...............	18 novembre 1851.
DUTARTRE.........	Perfectionnements apportés dans les presses typographiques (1 certificat d'addition) (1).....	7 juillet 1852.
NICOT............	Presse typographique à cylindre..............	20 novembre 1852.
DUTARTRE........	Machine à imprimer et divers perfectionnements apportés dans les presses typographiques (3 certificats d'addition) (2)...........	11 janvier 1853.
SOULBY...........	Perfectionnements apportés aux presses typographiques (3)............................	12 mars 1853.
MERLE...........	Perfectionnements apportés aux presses d'imprimerie et aux machines..................	28 avril 1853.
DUTARTRE.........	Application des presses typographiques à l'impression simultanée de deux ou plusieurs couleurs par un seul tirage (4)............	19 mai 1853.
DELARUE.........	Presse typographique mécanique.............	22 juin 1853.
PERREAU..........	Perfectionnements apportés dans les presses typographiques............................	4 novembre 1853.
BEAUMONT........	Système de presse rotative pour imprimer sur papier sans fin et sur une ou deux faces à volonté.................................	12 novembre 1853.
DERNIAME et COISNE.	Système de presse typographique............	7 décembre 1853.
NAPIER...........	Machine à impression typographique..........	24 décembre 1853.
VOIRIN...........	Appareil receveur applicable aux presses mécaniques................................	11 janvier 1854.
CAPIOMONT........	Perfectionnements apportés dans les presses typographiques............................	24 janvier 1854.
LEBEL et FOURNIOL.	Presse typographique (1 certificat d'addition)...	25 mars 1854.
MAUDUIT.........	Presse typographique.......................	22 juin 1854.
GRAND...........	Perfectionnements aux presses d'imprimerie..	24 juin 1854.
DUPONT..........	Système de presse typographique (1 certificat d'addition)...............................	24 juin 1854.
OLLAGUIER et Cᵉ...	Presse typographique à cylindre perfectionné...	28 août 1854.
BERNARD.........	Presse d'imprimerie à système de leviers......	30 septembre 1854.
JOLY.............	Machine typographique (1 certificat d'addition).	29 janvier 1855.
NORMAND.........	Perfectionnements apportés aux machines typographiques (1 certificat d'addition)........	21 février 1855.

(1) Les dessins et la description de ce brevet sont publiés dans le vol. XXVIII, p. 139 des brevets d'invention. Loi de 1844.

(2) *Idem.*, vol. XXX, p. 1.

(3) *Idem.*, vol. XXXI, p. 3.

(4) *Idem.*, *ibid.*

Noms des brevetés.	Titres des brevets.	Dates.
RUGGLES..........	Perfectionnements apportés à la construction des presses typographiques................	21 avril 1855.
LEMENESTRÉE......	Presse typographique à double course opérant la touche mécaniquement et fonctionnant à l'aide d'une seule personne................	2 mai 1855.
TISSIER et DUCAN..	Système de presse typographique............	7 mai 1855.
CHARPENTIER......	Machine typographique dite à platine et à pince.	12 mai 1855.
DONDÉ-DUPRÉ	Perfectionnements aux machines à imprimer, à gros cylindre pour le tirage en décharge...	25 août 1855.
MAGNY et DERNIAME.	Perfectionnements aux machines typographiques..................................	9 novembre 1855.
KNODÉRER........	Presse typographique.......................	7 mars 1856.
COLLAS...........	Presse typographique à mouvement continu, applicable à la lithographie et à l'impression en taille-douce...........................	11 mars 1856.
DUPONT et DERNIAME	Perfectionnements apportés dans les presses typographiques............................	7 avril 1856.
MAC-GLASHAM et FIELD..........	Perfectionnements dans la construction des presses à imprimer typographiques..........	11 juin 1856.
ROCHETTE.........	Presse chromo-typographique (1 certificat d'addition).................................	5 mai 1857.
CLÉMENT..........	Presse typographique (1 certificat d'addition)...	28 octobre 1857.
BERNARD.	Presse typographique à système de leviers.....	14 avril 1858.
SOULBY...........	Perfectionnements dans les machines à imprimer....................................	29 avril 1858.
MARINONI.........	Application d'un mouvement aux presses typographiques...............................	14 mai 1858.
ROEHN............	Système d'appareil pour l'impression typographique en une ou plusieurs couleurs (1 certificat d'addition)...........................	1 juin 1858.
COLOUNIER et JACOBS	Machine à imprimer........................	28 juillet 1858.
BRUN.............	Perfectionnements apportés aux presses mécaniques de la typographie..................	25 mai 1860.
KURTZ, QUENTIN et DERIVIÈRE.	Perfectionnements apportés aux presses à imprimer..................................	31 octobre 1860.
NORMAND.........	Perfectionnements aux presses typographiques et au genou de Cardan....................	7 mai 1861.
ALAUZET..........	Système de presse typographique............	18 octobre 1861.
JULLIEN...........	Système de presse typographique............	29 novembre 1861.

SUCRERIE COLONIALE

DISPOSITION GÉNÉRALE

D'UNE

SUCRERIE DE CANNE

INSTALLÉE A NOSSI-BÉ SUR LA CÔTE DE MADAGASCAR

PAR

MM. BRISSONNEAU frères, constructeurs à Nantes.

(PLANCHES 31 ET 32)

La fabrication du sucre de canne s'est sensiblement modifiée depuis quelques années. Des constructeurs habiles ont su apporter dans l'installation des appareils qu'ils y appliquent, des améliorations notables qui ont permis d'obtenir un plus grand rendement, tout en diminuant la main-d'œuvre.

Ainsi, au lieu des rouleaux verticaux en bois durs substitués à ces moulins grossiers en pierre, qui ont été si longtemps en usage dans les colonies, pour extraire le jus de la canne, on emploie presque partout aujourd'hui des *cylindres horizontaux* en fonte d'une grande puissance de pression qui, comme nous l'avons fait voir dans les IIe et Ve volumes de ce Recueil, sont d'autant plus avantageux qu'ils effectuent plusieurs pressions successives très-énergiques.

Ces *moulins à cylindres* sont mis en mouvement soit par des moteurs hydrauliques, soit par des machines à vapeur dont la puissance varie depuis six à dix chevaux jusqu'à 50 chevaux et plus. Dans quelques localités, on utilise la force du vent, ou on applique des manéges actionnés par des bêtes de trait; mais alors les moulins ne peuvent être établis que dans des dimensions restreintes qui ne permettent pas d'écraser à la fois un grand nombre de cannes, ni d'opérer une pression suffisante.

La *défécation,* qui joue un rôle si important dans la fabrication du sucre, a été aussi, dans ces dernières années, l'objet de recherches et de perfectionnements essentiels; nous sommes heureux de produire à ce sujet des documents très-intéressants.

Les chaudières en fonte, de forme hémisphérique, qui étaient employées d'une manière générale pour l'évaporation des jus et la cuite des

sirops, ont été également remplacées par une série de chaudières rectangulaires en cuivre, comme celles qui forment la *batterie Gimart*, et par des *chaudières à agitateur rotatif* chauffées à la vapeur, qui, tout en faisant plus et mieux et en opérant plus rapidement, permettent de réaliser une économie notable dans la consommation du combustible.

Il y a même des usines importantes dans diverses colonies qui se sont montées avec des *appareils à triple effet, des appareils à évaporer et à cuire dans le vide*, comme ceux que nous avons publiés (tomes IV, V et IX); ce qui leur procure l'avantage de donner un plus grand rendement et de produire des sucres plus beaux qui se vendent plus cher.

Enfin les *turbines* ou toupies à *force centrifuge* que l'on applique maintenant dans la plupart des sucreries, sont venues compléter la série des perfectionnements utiles, sans lesquels les colonies françaises n'auraient certainement pas pu soutenir la concurrence avec nos fabriques de sucre indigène.

On compte actuellement en France plusieurs établissements bien outillés pour l'exécution des machines et des appareils nécessaires aux sucreries de canne, et qui même, au besoin, peuvent en faire l'installation complète en envoyant à cet effet des monteurs intelligents qui sont chargés non-seulement de suivre tout le montage de la partie mécanique, mais encore de diriger la construction des bâtiments et de tous les accessoires de l'usine.

C'est ainsi que MM. Brissonneau frères, de Nantes, après avoir étudié d'une manière toute spéciale les sucreries coloniales, placés d'ailleurs dans une localité qui les mettait constamment en rapport avec des colons, négociants ou fabricants de sucre, se sont adonnés depuis quelques années à cette branche d'industrie et sont arrivés à exécuter d'abord des machines détachées, des moteurs à vapeur, des moulins et puis bientôt à installer des usines complètes, depuis les cylindres qui écrasent la canne jusqu'aux rafraîchissoirs et au tambour qui divise le sucre, depuis la première brique de la cheminée et du fourneau des générateurs à vapeur jusqu'à la dernière pièce du bâtiment de la fabrique.

Nous allons décrire avec quelques détails l'une des dernières usines qu'ils viennent de construire pour Nossi-Bé, sur la côte de Madagascar, et dont ils ont bien voulu nous communiquer les dessins avec une obligeance toute particulière.

Cette description comprend plus particulièrement :

1° Le moteur à vapeur, avec les générateurs, le *petit cheval*, et les transmissions de mouvement;

2° Le moulin à écraser la canne pour en extraire le jus ou *vesou* par des pressions énergiques;

3° Les chaudières de défécation qui, à l'aide d'une faible addition de chaux, servent à enlever au jus une grande partie des matières qu'il contient;

4° La *batterie Gimart,* composée d'une suite de chaudières rectangulaires, destinées à produire les premières évaporations;

5° Les chaudières de concentration ou de cuite, qui doivent autant que possible opérer à basse température;

6° Les réservoirs et la pompe qui mettent les chaudières d'évaporation en rapport avec les chaudières de cuite.

7° Les grandes tables à refroidir dans lesquelles on laisse cristalliser les jus concentrés.

8° La machine à concasser ou à diviser les sucres que l'on retire des refroidisseurs pour les claircer;

9° Enfin, les turbines ou appareils centrifuges à l'aide desquels on effectue rapidement le clairçage des sucres.

Plusieurs de ces appareils ayant déjà été dessinés et décrits dans les volumes précédents, nous aurons le soin d'y renvoyer pour les détails.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA SUCRERIE.

REPRÉSENTÉE PLANCHES 31 ET 32.

La fabrique que nous avons représentée en élévation et en plan par les fig. 1 et 2 de la pl. 31 et en section transversale pl. 32, est installée à Nossi-Bé, l'une des petites villes de nos colonies françaises qui suivent les progrès de l'industrie sucrière.

Cette fabrique est capable de produire 6 à 7 mille kilogrammes de sucre par jour, et comme on ne peut généralement travailler que pendant quatre mois de l'année environ, c'est-à-dire depuis la récolte de la canne qui a lieu à la fin de juillet ou au commencement du mois d'août, jusque vers le 1er décembre, nous estimons que le travail total de la campagne peut s'élever à 600,000 kilogrammes ou 600 tonnes de sucre livrable au commerce.

On voit par le plan que tous les appareils sont disposés de plain-pied dans l'usine : seulement le moteur à vapeur et le moulin, ainsi que les chaudières de défécation, se trouvent sur un sol plus élevé que les autres appareils pour faciliter l'écoulement des jus et diminuer la main-d'œuvre.

Moteur et transmission de mouvement. — La machine à vapeur A, qui est de la force nominale de 16 chevaux, mais pouvant faire aisément 20 chevaux, est du système horizontal à haute pression, avec détente variable, comme on le fait le plus généralement aujourd'hui. Cette disposition, ainsi que nous l'avons démontré dans notre ouvrage sur les moteurs à vapeur (1), est plus économique de construction, plus facile à conduire, et exige beaucoup moins de fondation que celle des machines à balancier. Elle se prête d'ailleurs aisément à la transmission de mouvement, à la surveillance et aux réparations.

(1) *Traité théorique et pratique sur les moteurs à vapeur* (2 vol. gr. in-4°, et 1 atlas de 50 planches, chez M. A. Morel et Ce, libraires-éditeurs, à Paris).

Placée à l'extrémité du bâtiment de la fabrique, elle est alimentée par deux générateurs à bouilleurs B, d'une capacité suffisante pour produire non-seulement la quantité de vapeur nécessaire à la puissance du moteur, mais encore celle qui doit servir à chauffer les chaudières de défécation, et les chaudières de cuite. Aussi les constructeurs ont donné, à chacun de ces générateurs, 9 mètres de longueur et une surface de chauffe d'environ 30 à 32 mètres carrés, ce qui correspond en somme à une force utile de plus de 60 chevaux.

Ces générateurs sont pourvus de grands foyers, afin de permettre d'y brûler de la *bagasse*, qui est le principal combustible employé dans les colonies, la houille y revenant fort cher.

Logés dans un local sous un hangar fermé, les générateurs sont surmontés chacun d'un dôme cylindrique B', qui augmente la capacité de leur réservoir de vapeur, et communiquent entre eux par un tuyau a^2, destiné à amener la vapeur directement au cylindre de la machine motrice. Une grande cheminée d'appel C est montée en dehors du bâtiment.

A côté du moteur principal, les constructeurs ont appliqué un *petit cheval* D, qui, d'une part, actionne le piston d'une pompe hydraulique destinée à remplir les générateurs lorsque la grosse machine ne fonctionne pas, et, de l'autre, un arbre en fer *a* qui, à l'aide de poulies à plusieurs diamètres, commande un tour à pointes ou à chariot *b*, placé dans un petit atelier d'ajusteur où travaille le mécanicien chargé des réparations. La dimension de cette pompe est assez grande et la puissance du *petit cheval* assez forte pour alimenter deux générateurs de 40 à 50 chevaux, soit ensemble 80 et 100 chevaux. Le même axe *a* peut aussi être commandé par une poulie sur le bout de l'arbre de couche *c* du moteur à vapeur.

Cet arbre porte en outre, avec son volant, un gros pignon denté *d* pour faire marcher le moulin à canne, et la grande poulie *e* commande l'arbre longitudinal *f*, lequel doit à la fin mettre en mouvement les chaudières évaporatoires à tambour rotatif, les turbines à force centrifuge, la pompe élévatoire des sirops, et la machine à diviser les sucres.

On sait que les cylindres à écraser la canne doivent tourner très-lentement, et que, par suite, on est obligé de réduire notablement la vitesse de rotation transmise par la machine. A cet effet, le pignon *d* engrène avec une roue droite *g*, dont l'axe porte un autre pignon *d'* qui, à son tour, engrène avec une seconde roue semblable *g'*, destinée à actionner les cylindres.

Mais, comme l'effort est souvent très-variable, parce que les nègres, chargés d'alimenter le moulin, n'introduisent pas la canne d'une manière régulière sous la table des rouleaux, les constructeurs ont eu le soin de faire l'arbre qui porte la dernière roue *g'* en deux pièces qu'ils réunissent par deux paires de manchons d'accouplement *h*, absolument comme dans les transmissions de mouvement des laminoirs à fer. Cet

assemblage est combiné de telle sorte que, lorsque la résistance devient trop considérable, la rupture d'un manchon (1) ou du bout d'arbre qui le porte, a lieu, sans occasionner d'accident sur les autres parties de la machine ou du moulin, condition essentielle pour ne pas être arrêté dans le travail autrement que par le remplacement d'une pièce de rechange de peu de valeur comparativement à tout le reste.

MOULIN A CANNE.

Nous avons déjà publié avec beaucoup de détail deux systèmes de moulins propres à écraser la canne pour en extraire le jus, l'un (dans le ve volume), composé de trois cylindres avec moteur adhérent et chaine sans fin, établi par MM. Mazeline frères, et l'autre (dans le IIe volume), formé de cinq cylindres, pour obtenir quatre pressions successives, et exécuté par M. Nillus, l'un de nos premiers constructeurs qui se sont occupés des moulins à canne. Nous avons montré, aussi complétement que possible, la construction de ces appareils, remarquables surtout par les fortes dimensions que l'on est obligé de donner à chacune des pièces qui les composent, et nous croyons avoir suffisamment bien fait connaître leur jeu et leur rendement pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y revenir.

Nous ferons seulement remarquer que malgré les avantages résultant de l'application de cinq ou de six cylindres et du chauffage à la vapeur indiqué alors par M. Payen, ce système ne s'est pas répandu dans les colonies, soit parce que le prix en était nécessairement plus élevé, soit aussi parce que la conduite en était un peu plus difficile, et qu'il importe de faire observer que tous les appareils qui sont remis entre les mains des nègres doivent être de la plus grande simplicité, faciles à diriger et à réparer, et n'exiger, pour ainsi dire, aucun entretien.

On est donc revenu tout simplement aux moulins à trois cylindres, comme celui E représenté sur les dessins, fig. 1 et 2, pl. 31, et fig. 3, pl. 32, en augmentant encore les épaisseurs de fonte, et surtout le diamètre des arbres en fer qui les portent.

Voici, d'après MM. Brissonneau, les dimensions des cylindres qu'ils adoptent suivant la puissance des machines à vapeur :

Pour une force de	Diamètre	Longueur
6 chevaux	0^m460	0^m700
8 »	0 530	0 850
10 »	0 600	1 000
12 »	0 620	1 150
15 »	0 650	1 300
18 »	0 700	1 500

(1) Nous donnons ce genre de manchon dans la collection des organes de machines, qui fait partie du *Vignole des Mécaniciens*.

On voit que ces constructeurs augmentent, avec la force de la machine, non-seulement la longueur de la table, mais encore le diamètre des cylindres, de telle sorte que la circonférence de ceux-ci est de plus de 2 mètres, quand le moteur dépasse 15 chevaux, tandis qu'elle n'est pas de 1m50 au-dessous de 6 chevaux. Dans ce dernier cas, la longueur de table est d'environ 10 à 11 centimètres pour un cheval-vapeur, et elle n'est plus que de 7 à 8 centimètres par cheval, lorsque la puissance s'élève à 15 ou 20 chevaux. Mais aussi on remarque que pour la même vitesse angulaire soit, par exemple, 3 tours par minute, que nous regardons comme un maximum, la marche ou la vitesse circonférentielle est de 10 et à 11 centimètres par seconde avec les fortes machines, tandis qu'elle n'est que de 7 à 8 centimètres seulement pour les plus faibles.

MM. Brissonneau font observer à cet égard, que l'appareil étant réglé pour un bon rendement, c'est-à-dire de façon que la pression soit assez grande pour donner, par exemple, 70 pour 100 de jus ou *vesou* (1) contenu dans la canne (ce qui est à peu près le maximum que l'on ait obtenu jusqu'alors), il importe de ne pas desserrer les cylindres lorsqu'on veut leur faire produire plus de travail, mais il faut bien plutôt augmenter leur vitesse, et par conséquent la force du moteur.

Il est évident, en effet, que lorsqu'on diminue la pression, on peut faire passer une plus grande quantité de cannes à la fois entre les cylindres, mais alors elles rendent beaucoup moins; on perd considérablement en jus, puisqu'au lieu d'obtenir 65 à 70 pour 100, on n'obtient guère que 50 à 55 au plus.

On doit donc toujours conseiller d'adopter une machine motrice dont la puissance puisse être augmentée dans des moments donnés, d'une manière notable, afin de pouvoir accroître le produit sans réduire pour cela le rendement.

(1) Dans les circonstances ordinaires, la canne à sucre contient 90 p. 100 de jus marquant de 9 à 14° à l'aréomètre de Baumé, ce qui représente de 15 à 20 p. 100 de sucre cristallisable.

Nous avons déjà donné (t. II), d'après les analyses de M. Péligot, la composition de la canne de la Martinique. On se rappelle qu'il a trouvé :

Eau	72,1	= 100,0
Sucre	18,0	
Tissu	9,9	

D'un autre côté, M. Dupuy a donné pour la canne fraîche analysée de la Guadeloupe :

Eau	72,0	= 100,0
Sucre	17,8	
Cellulose	9,8	
Sels	0,4	

Dans quelques localités, les procédés employés sont tellement défectueux que l'on ne retire de la canne que 4 à 5 p. 100 de sucre sur les 15 à 18 qu'elle contient ; on arrive aujourd'hui, par les perfectionnements introduits dans la fabrication, à 8 ou 10 p. 100, et quelquefois plus.

De là l'avantage d'une machine à détente qui permet de varier la force en proportion de la résistance, et qui a, en outre, l'avantage d'économiser le combustible.

On a proposé, il y a déjà longtemps, de remplacer l'écrasage de la canne par un mode de *macération*, comme dans quelques sucreries de betterave, en coupant les cannes en tranches ou rondelles de peu d'épaisseur, que l'on faisait macérer plus ou moins longtemps dans une certaine quantité d'eau. Une usine a été installée selon cette méthode dans une habitation de nos colonies, mais nous ne croyons pas qu'elle ait donné de bons résultats. On se privait tout d'abord d'un combustible qu'il est difficile de remplacer dans la plupart des localités où la houille revient à des prix très-élevés.

Plus tard, par un râpage analogue à celui que l'on fait subir à la betterave, et à l'aide d'une forte pression hydraulique, on a cherché à extraire le jus de la canne en plus grande quantité que par le moulin à cylindres. M. Payen fait observer qu'en employant un tel procédé, il serait utile d'ajouter quelques millièmes de *sulfite de chaux* à la pulpe, afin de prévenir la fermentation, et de soumettre cette pulpe à deux expressions successives avec addition de 15 à 20 centièmes d'eau.

Nous devons faire remarquer qu'une telle méthode ne pourrait être appliquée qu'autant que l'on serait assuré de se procurer la houille économiquement, car la pulpe pressée et lavée ne pourrait développer assez de chaleur pour suffire à l'évaporation des jus.

CHAUDIÈRES DE DÉFÉCATION.

Le jus ou *vesou* qui sort de la canne, au fur et à mesure que celle-ci est pressée par les cylindres, tombe dans une sorte de bassine plate ou de gouttière formée par le fond même de la plaque d'assise du moulin, d'où partent deux gros tuyaux *i* (fig. 2) qui, en se prolongeant à droite et à gauche, le déversent successivement et directement dans les chaudières dites de défécation : on évite de cette sorte le contact de l'air qui développe rapidement des ferments nuisibles.

Dans les sucreries de betterave on a le soin de chauffer le jus pour éviter les altérations spontanées qui pourraient se déclarer dans le liquide.

La défécation, comme on le sait, a pour but d'enlever, à l'aide de la chaux, une grande partie des matières étrangères qu'il contient (1).

Selon les observations de M. Payen, il est facile de comprendre l'action

(1) M. Avequin, dont nous avons déjà mentionné les expériences, en publiant les moulins à canne (t. II et V), a fait l'analyse des *écumes* d'une défécation faite à froid avec de l'eau de chaux filtrée, sur du jus marquant 8° 1/2 (densité, 1061,5) obtenue à la Louisiane, de 10 litres du jus de la canne de Java à rubans rouges. Le précipité par la chaux pour 10 litres de jus des cannes cultivées en terre neuve a pesé davantage (de 40

de cet agent : « La chaux sature les acides libres qui se trouvent dans le jus ; elle se combine aussi à une matière gommeuse, à l'albumine, à une substance azotée soluble, et forme avec tous ces corps des composés insolubles. Elle élimine de la même manière la caséine, les matières grasses et les matières colorantes ; elle décompose les sels à base d'ammoniaque, de potasse et de soude, fait volatiliser la première de ces bases, et laisse les deux autres s'unir au sucre dans le jus. »

« L'excès de chaux se combine également avec le sucre et forme du sucrate de chaux. Les substances insolubles, telles que les débris de cellules, etc., sont entraînées dans les écumes par le réseau que forme principalement l'albuminate de chaux, qui opère une véritable clarification. »

Les chaudières à déféquer, au nombre de quatre, se composent chacune, comme le montre la section verticale (fig. 4, pl. 32) d'une partie cylindrique en cuivre dont la base prend la forme d'une calotte sphérique F′, également en cuivre, et boulonnée avec un second fond inférieur F², qui peut être en fonte ou en tôle suffisamment épaisse pour résister à la pression de la vapeur.

Au centre même de ce double fond est appliquée une grosse tubulure *j* qui sert à évacuer les jus déféqués, et qui, à cet effet, porte un fort robinet *k* dont la clef est percée de façon à permettre de faire communiquer la tubulure et par conséquent la chaudière, soit avec le tuyau de droite *l*, qui conduit les jus directement à la batterie Gimart, soit avec le tube de gauche *l′*, qui verse dans une bassine ou cuvette placée ou-dessous les résidus provenant de l'opération.

On voit par la fig. 6 que MM. Brissonneau ont un peu modifié l'assemblage de la tubulure avec le double fond. Au lieu de deux embases ménagées à celle-ci, comme dans la fig. 4, il n'y en a qu'une ; mais on a fait venir de fonte avec la calotte extérieure F² une forte nervure circulaire formant une sorte de cuvette, qui sert d'assise à l'embase de la tubulure avec laquelle on pince et on rive la calotte intérieure F, et au-dessous on rapporte à vis un écrou à bride qui reçoit le robinet de vidange *k*. Ce mode de construction est très-simple et en même temps très-solide.

à 70 grammes) ; les cannes bien mûres, très-sucrées, venues en vieilles terres, donnent moins de ces écumes.

Voici le résultat rapporté par M. Payen, sur l'analyse de ces écumes :

Cérosie (sorte de cire excrétée par les cannes)......	7,15
Matière colorante verte..........................	1,50
Albumine et traces de cellulose....................	5,56
Phosphates de chaux et de magnésie..............	15,70
Carbonate de chaux.............................	2,30
Silice..	6,15
Oxydes de fer et de manganèse....................	traces.

La vapeur qui doit chauffer le double fond arrive des générateurs par un tuyau latéral *m* qui, dans l'origine, se terminait par un simple robinet placé près de la chaudière. Aujourd'hui les constructeurs remplacent ce robinet par un système à soupape tel que celui *m'* représenté par les fig. 5 et 5 *bis*, comme étant plus commode à manœuvrer. C'est une soupape à lanterne reposant sur un siége en cuivre alésé, et munie d'une tige verticale qui traverse une boîte à étoupe, et au-dessus un écrou fileté. A l'aide de la petite manivelle qui termine cette tige, on soulève ou on baisse la soupape pour ouvrir ou fermer l'introduction.

Vers la partie inférieure de la calotte en fonte F^2, est ménagée une tubulure *n* à laquelle s'applique le siége d'une petite soupape conique dite *soupape de purge*, et un petit tube latéral *n'*, pour donner issue à la vapeur condensée. Un robinet *o*, adapté vers le haut du double fond, sert à donner issue à l'air.

Au-dessus de la tubulure centrale *j*, on a rapporté un tuyau vertical *p*, qui s'élève jusqu'au bord supérieur de la chaudière, et qui, composé de deux pièces, est élargi à quelque distance du fond pour recevoir la chaux que l'on y verse par le haut. Plusieurs orifices rectangulaires sont pratiqués latéralement vers la partie inférieure pour établir la communication avec le liquide contenu dans l'appareil, et que l'on veut déféquer.

Selon M. Payen, la quantité de chaux employée pour la défécation du jus de canne est beaucoup moindre que celle nécessitée par le jus de betterave. Il estime que pour ce dernier, on emploie, dans les premiers jours de la fabrication, 3 kilogrammes de chaux environ pour 1,000 litres de jus, mais pendant la durée et à la fin de la campagne, cette quantité peut s'élever à 6, 8 et même 10 pour 1,000.

Comme la défécation est l'une des opérations les plus délicates et les plus essentielles dans la fabrication du sucre, plusieurs habiles chimistes se sont occupés de rechercher les moyens de la rendre la plus efficace, et en même temps la plus régulière et la plus économique possible. Nous aurons à faire connaître prochainement à ce sujet les procédés récents qui ont été proposés, et qui, s'appliquant aussi bien au sucre de betterave qu'au sucre de canne, ont fait l'objet de brevets d'invention demandés non-seulement en France, mais encore en Europe et dans toutes les colonies. En attendant, nous nous empressons de publier un travail fort intéressant que nous venons de recevoir et dont nous devons la communication à un ingénieur de grand mérite qui habite la Havane, M. Ph. Moisant, qui s'occupe beaucoup de sucreries, et qui, avec un parfait désintéressement, veut bien nous autoriser à la rendre publique. — Voici l'extrait de ce travail :

CONSERVATION ET ÉPURATION DU VESOU.

« Le vesou, au moment précis de sa sortie des cylindres compresseurs, est dans un état tel, que la séparation immédiate des matières albuminoïdes qu'il

contient, c'est-à-dire sa défécation, non-seulement serait un travail facile, mais encore donnerait pour résultat des sirops beaucoup moins sujets aux accidents de fabrication qui ont une si funeste influence sur le rendement de l'industrie sucrière coloniale; mais la défécation positivement instantanée est impraticable.

L'énergie et l'activité des influences atmosphériques du climat tropical, et le peu de stabilité de quelques-unes des substances que contient le vesou, sont les causes d'une décomposition d'autant plus prompte et nuisible que l'atmosphère est plus chaude et plus humide et que la canne est plus chargée de matières albuminoïdes. Quelle que soit l'époque où l'on arrête cette décomposition, il n'existe aucun moyen de remédier au mal déjà fait. Aucun réactif ne parvient à rétablir le vesou dans son état normal.

Seul le charbon animal *en bon état* peut réparer une partie du ferment et des matières colorantes préexistantes ou générées par oxydation, et rectifier ainsi en partie l'économie des opérations subséquentes; mais son emploi est, aux colonies, onéreux, incommode, et quelquefois impraticable.

Il est donc essentiel de conserver le vesou de façon à le faire arriver à la défécation dans le même état et avec la même composition qu'il avait au sortir de la canne. La séparation complète des matières albuminoïdes est positivement nécessaire, si l'on veut éviter la dégénérescence des sirops, leur viscosité et leur coloration, et cette séparation essentielle ne se peut compléter que dans un milieu acide.

Il est donc indispensable d'aciduler le vesou lors *de la défécation;* seulement il faut que cette acidification n'entraîne pas de mouvements glucosiques, et ne persiste pas après l'effet obtenu.

La défécation ordinaire par la chaux rend libres les alcalis que contient le vesou, ce qui est un immense inconvénient, car ils aident à l'oxydation des matières glucosiques qui se forment toujours en plus ou moins grande quantité pendant l'évaporation des sirops. L'excès de chaux produit le même résultat. Enfin la chaux sépare très-peu de la matière colorante préexistante, la seule qui soit à craindre quand le vesou a été préservé.

Il est donc aussi indispensable d'employer concurremment avec la chaux un absorbant capable de séparer la matière colorante, et la plus grande partie possible des alcalis et des sels nuisibles. De tous les réactifs que l'on puisse employer pour conserver le vesou, celui qui est le meilleur marché, le plus facile à manier, et qui a l'action la plus prompte, la plus complète et la plus innocente, c'est sans contredit l'*acide sulfureux.*

De tous les acides, celui qui, en raison de son innocuité, de sa volatibilité et de son facile maniement, paraît être le plus approprié au travail d'acidification des jus, c'est encore l'*acide sulfureux.* Le corps qui paraît devoir remplacer avec le plus d'avantages et comme absorbant le noir animal, et dont l'emploi n'a pas les inconvénients qui rendent ce dernier corps à peu près impossible aux colonies, c'est l'*alumine hydratée.*

M. Moisant propose donc, en résumé, d'employer dans le traitement du vesou, et en vue de rendre sa défécation aussi complète qu'il est possible dans l'industrie coloniale, les réactifs suivants : 1° la chaux, pour neutraliser les sels acides que contient la canne, ainsi que l'acide sulfurique formé en petite quantité par oxydation de l'acide sulfureux employé conjointement à la chaux; 2° le gaz acide sulfureux, pour préserver et aciduler les jus pendant leur défécation;

3° l'alumine hydratée pour absorber les corps nuisibles et inséparables par la chaux. La méthode d'application qui paraît la plus pratique, dit-il, et celle qui en même temps m'a donné les meilleurs résultats, est la suivante :

1° Incorporer au vesou d'une façon continue et à mesure de son extraction, un lait de chaux, ou mieux une solution de sucrate de chaux contenant 2 kilog. de chaux supposée pure par 10 hectolitres de jus extrait ;

2° Diriger le jus à sa sortie des cylindres compresseurs vers des recipients chauffés à la vapeur ou autrement, cylindriques, plus hauts que larges, et d'une capacité suffisante pour contenir au moins la quantité de vesou employée par deux cuites ordinaires ;

3° Chauffer rigoureusement, et aussitôt que la hauteur du vesou dans le récipient le permettra ;

4° Insuffler dans le vesou, et dès le commencement de son arrivée au récipient, un courant très-lent, mais continu de gaz acide sulfureux.

Le tuyau d'injection pénétrera au fond du récipient, s'y courbera en cercle, et sera percé de très-petits trous, de façon à diviser le plus possible le courant gazeux. Le moyen le plus industriel de produire ce courant avec la pression nécessaire à l'injection, consiste à brûler le soufre dans un fourneau fermé au moyen d'un courant d'air forcé, fourni par une petite pompe mue par la machine de l'établissement. Le mélange gazeux devra, avant d'être insufflé dans le jus, traverser une certaine épaisseur de matière filtrante contenue dans un réservoir *ad hoc,* pour se débarrasser des vapeurs de soufre non oxydées qu'il pourrait contenir. Il est inutile de le refroidir, le calorique dont il est empreint venant en aide à la prompte élévation de la température du jus.

5° Ajouter au vésou, et quand il aura atteint la température de 60° centigrades une solution contenant 500 grammes de sulfate d'alumine cristallisé par hectolitre de jus, ou mieux, de 260 grammes de sulfate d'alumine rendu anhydre par la dessiccation ;

6° Chauffer rapidement. Arrêter l'injection sulfureuse à 95° centigrades, et l'action du calorique à 100° ; température qu'il ne faut point dépasser. Laisser clarifier *per descensum.*

Le vésou ainsi déféqué est, après que les matières insolubles se sont séparées soit par le repos, soit par la filtration, limpide, incolore, fluide, et si bien débarrassé de tout ferment et de toute matière apte à le développer, qu'il peut se conserver plusieurs jours sans donner aucun signe de fermentation. Cette propriété rend extrêmement simple l'organisation économique du travail, avantage bien rare et inappréciable dans les colonies. Enfin la pureté du jus accélère les opérations suivantes, les rend plus faciles à diriger convenablement, et en améliore sensiblement les résultats comme qualité et comme quantité.

Les proportions que j'ai données ci-dessus, ajoute M. Moisant en terminant, sont des *minima,* et conviennent quand les cannes sont mûres et fraîchement coupées, ce qui est ici le cas le plus ordinaire. L'on peut du reste doubler et même tripler ces proportions sans autre danger que celui de trop augmenter les frais de fabrication. »

Sous le titre de *traitement* et *décoloration des jus sucrés,* un habile fabricant de produits chimiques, M. Jacquemart à Paris, a apporté aussi tout récemment des perfectionnements très-importants dans la défécation

et la filtration des jus sucrés; nous nous proposons d'en rendre un compte détaillé en décrivant prochainement une nouvelle et grande sucrerie de betterave, dans laquelle sont appliqués avec succès les procédés de MM. Périer et Possoz, dont les appareils ont été exécutés par la maison Cail et Cie.

Nous avons dit plus haut que MM. Brissonneau faisaient arriver directement le vesou du moulin aux chaudières à déféquer par les deux tuyaux *i*, qui, à cet effet, se réunissent en un seul *i'*, munis de quatre tubulures i^2 (fig. 2), placées au-dessus de chaque chaudière, ce qui permet de laisser écouler le moins de temps possible entre l'extraction et la défécation. Comme cette dernière opération ne se trouve pas au même degré d'avancement dans chacune des chaudières, on peut, lorsqu'on en a un nombre suffisant, arriver presque toujours à ce que l'une d'elles soit libre pour recevoir le vesou. Les constructeurs ont ajouté au-dessous de l'escalier qui conduit au moulin un réservoir en tôle H (fig. 1), pour servir de trop-plein dans le cas où toutes les chaudières seraient pleines; mais il faut avoir le soin de ne l'y laisser séjourner qu'une heure au plus; le robinet par lequel on vide ce réservoir est placé à quelque distance de la base, afin de ne pas remonter avec le jus les matières terreuses et inertes qu'il renferme, et qui se déposent au fond; celles-ci, comme les résidus de la défécation, sont reçues dans des vases ou bassines en cuivre I.

La vapeur que l'on fait arriver dans le double fond des chaudières à déféquer est habituellement à la pression de 5 atmosphères, ce qui correspond à une température de 153°. Après avoir rempli la chaudière jusqu'à dix centimètres environ au-dessous du bord supérieur, on ouvre pendant un instant le petit robinet pour laisser sortir l'air chassé par la vapeur qui porte rapidement le vesou à 75°. C'est alors que l'on ajoute le lait de chaux qui se répartit dans toute la masse liquide. On continue à chauffer, et bientôt la température s'élève jusqu'à l'ébullition; au premier signe de bouillonnement on arrête le chauffage en fermant la soupape d'introduction de vapeur, puis on ouvre le petit robinet *o* (fig. 4), pour faire pénétrer l'air extérieur dans le double fond. Si on laissait continuer l'ébullition, les flocons d'albuminate de chaux seraient divisés, et le vesou resterait trouble.

« On reconnaît, dit M. Payen, dans son Traité de chimie industrielle, que la défécation est bonne quand le liquide est limpide et offre des flocons bien détachés, quand les écumes sont fermes, d'une couleur brun verdâtre, qu'elles se détachent des bords de la chaudière, se fendillent au moment où le bouillon apparaît, et qu'une odeur ammoniacale domine dans la vapeur du jus déféqué. »

Les dimensions des chaudières de défécation varient selon l'importance de l'usine, et par suite la quantité de vesou qu'elle peut extraire par chaque jour de travail. Les plus petites sont construites pour défé-

quer 1000 à 1200 litres par opération, et les plus grandes contiennent jusqu'à 1800 et même 2000 litres.

BATTERIE GIMART.

Aussitôt après la défécation, les écumes étant enlevées, on fait écouler le jus par le tuyau, qui, passant au-dessous de chaque chaudière, se prolonge jusqu'en dehors du bâtiment principal de l'usine, pour l'amener dans les chaudières d'évaporation.

Dans la plupart des sucreries coloniales, ces chaudières étaient encore, jusqu'à ces dernières années, formées d'un *équipage* de *grandes bassines hémisphériques* en fonte, de différentes dimensions, et que l'on distinguait par la *propre*, celle qui recevait le jus déféqué, par le *flambeau*, où l'on reconnaissait à la couleur et à la limpidité du liquide si la défécation était complète. Puis le jus passait dans la bassine nommée *sirop*, où il continuait à se concentrer en prenant une consistance sirupeuse, et ensuite on le versait dans la chaudière appelée *batterie*, à cause du bruit que faisait l'ébullition du sirop en approchant du degré de *cuite*, terme de l'évaporation.

Cet équipage, qui dépensait beaucoup de combustible, et qui ne permettait pas d'opérer avec une grande régularité, est remplacé généralement aujourd'hui par le système connu sous le nom de *batterie Gimart*, lequel est composé d'une suite de chaudières rectangulaires J, en tôle ou en cuivre, disposées comme le montre la coupe longitudinale (fig. 7), au-dessus d'un long fourneau K, dont le foyer est alimenté avec de la bagasse provenant des cannes écrasées au moulin.

Cette disposition a l'avantage de faciliter beaucoup l'écumage et les transvasements; elle n'occupe pas moins de 16 mètres de longueur totale, sur 1^{m}25 à 1^{m}30 de largeur; les cannes développant de très-longues flammes, on comprend que l'on ait intérêt à présenter ainsi de grandes surfaces de chauffe; elle ne forme en quelque sorte qu'une seule et même chaudière à fond de gouttière, et séparée, tous les deux mètres, par des cloisons verticales, à la partie inférieure desquelles sont appliquées des soupapes *p*, qui permettent d'établir au besoin la communication d'un compartiment avec son voisin. Tout le système est surmonté d'une hausse J′ élargie à 2 mètres, comme on le voit sur la coupe transversale fig. 8, et mieux sur le détail fig. 9, afin de former de larges rigoles qui ramènent les liquides à la chaudière, et d'éviter ainsi les déperditions qui auraient lieu par suite du débordement accidentel des jus.

Les soupapes *p* sont à ressort et à levier, ainsi que l'indique la fig. 10 dessinée au dixième d'exécution. Le levier se prolonge jusqu'au dehors de la chaudière, en se terminant par une poignée, afin d'être à la portée de la main des ouvriers.

La grille du foyer K′, dans lequel on jette la bagasse, est rendue mobile

au besoin à l'aide d'une manivelle extérieure, afin de faire tomber les cendres et de dégager les barreaux. Comme la flamme se prolonge sur une très-grande étendue, on a eu le soin de ménager, dans la longueur du fourneau qu'elle parcourt, plusieurs canaux ou conduits *q*, qui donnent entrée à l'air atmosphérique pour activer la combustion.

On reconnaît, par le plan général, fig. 2e, et par la section longitudinale, fig. 7, que l'arrivée du jus déféqué a lieu par l'extrémité opposée au foyer, afin qu'en passant successivement d'une capacité à l'autre de la batterie, il rencontre sans cesse des surfaces plus chaudes.

Plusieurs ingénieurs et fabricants habiles ont apporté récemment des améliorations sensibles dans la construction de ces appareils évaporatoires. Ainsi, M. de Villeneuve, qui possède à l'île Bourbon une habitation importante, a imaginé de remplacer le fond uni et légèrement convexe de la batterie Gimart, par un fond ondulé, c'est-à-dire que les feuilles de métal qui composent la base de la chaudière sont contournées en cannelures, comme pour les toitures en tôle ou en zinc (1), de manière à former dans le même espace une surface de chauffe notablement plus grande. Cette disposition est connue aujourd'hui sous le nom de *batterie rayée*.

On a aussi proposé, pour rendre plus économique encore le mode de chauffage, de faire passer au delà de la chaudière le courant de flamme dans un grand nombre de tubes entourés d'eau, afin d'utiliser le calorique à produire de la vapeur ou au moins à chauffer l'eau d'alimentation des générateurs.

CHAUDIÈRES DE CUITE.

La dernière évaporation des jus que l'on appelle généralement la *cuite*, offrait toujours de sérieuses difficultés lorsqu'elle s'effectuait à feu nu; la faible proportion qui restait dans les sirops rendait à chaque opération la caramélisation du sucre imminente. Il n'est pas facile d'appliquer aux colonies les appareils les plus perfectionnés qui sont si répandus en France, tels que les chaudières à cuire dans le vide que nous avons publiées dans les IVe et Ve volumes de ce Recueil, et que l'on emploie généralement dans toutes les sucreries de betterave, ou bien encore les appareils dits à *triple effet*, semblables à ceux décrits dans le IXe volume. Il faut, pour installer de tels appareils avec leurs accessoires, dépenser des sommes souvent plus considérables que celles qui sont en la possession d'une grande partie des propriétaires de nos colonies; les mécaniciens ont donc été amenés tout naturellement à rechercher des appareils d'une construction plus simple, plus économique que ces derniers, et permettant cependant d'obtenir de bien meilleurs résultats que les premiers.

(1) Voir les charpentes en tôle publiées dans le IXe vol.

Nous pourrions fournir une nomenclature très-longue de tous les systèmes qui ont été proposés jusqu'ici, pour atteindre le but, depuis la chaudière à bascule de Pecqueur, celle à serpentin de M. Chaussenot, et beaucoup d'autres qu'il serait superflu de citer, jusqu'aux chaudières à tubes ou à lentilles de M. Wetzel, modifiées par MM. Bour, Ruban et Chenailler, Gros-Cadet, etc., et enfin jusqu'aux chaudières à tambour rotatif, à serpentin et à double fond qui paraissent être actuellement préférées par divers constructeurs travaillant pour les colonies.

La chaudière proprement dite de M. Wetzel est de forme demi-cylindrique, chauffée par la vapeur circulant dans un double fond; un agitateur mécanique, formé de deux disques lenticulaires creux à chaque bout de la chaudière et communiquant entre eux par de nombreux tubes horizontaux disposés parallèlement vers la circonférence de ces disques, est constamment mis en mouvement en recevant en même temps, par une extrémité de son axe creux, de la vapeur qui sort partiellement condensée à l'autre bout; il en résulte que le sirop est encore chauffé par l'agitateur pendant qu'il est exposé par une très-large surface à l'action de l'air ambiant.

M. Bour et avant lui M. Legavrian, de Lille, a supprimé les tubes de jonction des disques, mais il a multiplié ceux-ci, qui ne communiquent plus que par l'axe creux; et il a ajouté à leur circonférence des espèces de godets qui puisent successivement le sirop dans la chaudière et le versent sur la surface extérieure des disques au fur et à mesure qu'elle sort du liquide.

MM. Ruban et Chenaillet ont contourné les tubes en hélice entre les deux disques extrêmes, de façon à augmenter leur longueur dans le même parcours, ce qui multiplie les surfaces de contact avec le liquide.

Nous avons publié dans le XXIVe volume du *Génie industriel* la disposition de chaudière proposée par M. Gros-Cadet, ancien propriétaire à l'Ile-Bourbon, et qui, en multipliant les surfaces de chauffe par la vapeur dans les tubes, supprime aussi les disques creux.

On reproche à ces divers systèmes d'être encore trop compliqués, et de présenter des difficultés pour le nettoyage des tubes et des disques. Il arrive parfois aussi que les jus se colorent, des parties se caramélisent.

Pendant l'évaporation, il se forme un dépôt que l'on nomme *cal* (1), matière qui adhère tellement aux chaudières de cuite à feu nu que souvent on fait chauffer celle-ci à sec, afin de faire fendiller l'incrustation et de pouvoir l'enlever au ciseau. Les nouveaux systèmes de chauffage à

(1) Composition des sels (*cal*) qui se déposent dans les chaudières en cuivre, d'après M. Avequin :

Phosphate de chaux	92,43	= 99,9
Id. de cuivre	1,41	
Carbonate de chaux	1,35	
Silice	4,71	

Dans les chaudières en fonte ou en tôle de fer, le cal contient du phosphate de fer.

la vapeur n'occasionnant pas des dépôts aussi compactes, on peut les faire dissoudre ou désagréger au moyen d'acide chlorhydrique étendu d'eau, ou de vinasse acide.

Le système de chaudière appliqué par MM. Brissonneau dans l'usine de Nossi-bé, et adopté maintenant dans beaucoup d'autres installations, se compose, comme le montrent les sections verticales (fig. 11 et 12, pl. 32), d'une bassine ou grande cuvette en cuivre L de plus de trois mètres de longueur, portée par deux traverses en fonte boulonnées au côté intérieur des châssis ou larges supports M. Un second fond N est rapporté parallèlement au-dessous de cette bassine, entre les deux traverses pour être chauffé à la vapeur comme les appareils de défécation.

Ces appareils de cuite étant aussi au nombre de quatre, les constructeurs ont disposé près d'eux un réservoir cylindrique O, à deux compartiments formés de deux parties superposées, et mis en communication, d'une part avec les générateurs par le tuyau le plus élevé *u* (fig. 1 et 2, pl. 31), et de l'autre avec la pompe du petit cheval par le tuyau inférieur *u'*.

Du compartiment supérieur de ce réservoir part le tuyau à robinet *r*, qui se prolonge en retour d'équerre pour amener la vapeur à la fois, si on le juge nécessaire, aux quatre chaudières semblables rangées à égale distance dans le bâtiment principal de l'usine. En regard et à l'extrémité de chaque bassine, ce tuyau est muni d'un robinet *r'* (fig. 11) que l'on ouvre ou que l'on ferme à volonté. Il est en outre contourné dans l'intérieur de la chaudière, en formant une sorte de serpentin ou de tubes à plusieurs branches, dans lesquelles circule la vapeur qui doit ensuite chauffer le double fond ; la dernière branche du serpentin revient déboucher à l'extrémité de ce double fond, en se bifurquant comme l'indique la fig. 11. Ce double coude qu'il forme porte deux robinets, dont l'un, r^2, sert à intercepter la communication, et l'autre plus petit, r^3, donne issue à l'eau de condensation. Un plus gros tuyau *s* est rapporté à l'autre extrémité du double fond pour régler l'échappement. Ce dernier tuyau est muni d'une valve *s'* que l'on manœuvre à l'aide d'une manette à poignée s^2, pour ramener la vapeur refroidie ou condensée aux compartiments inférieurs du réservoir O, d'où elle retourne par les tuyaux à ceux des générateurs refoulée par la pompe du petit cheval D (fig. 2).

Pour agiter le liquide pendant le chauffage, MM. Brissonneau ont adopté, à la place des lentilles et des tubes, employés dans les appareils Wetzel et autres, un tambour rotatif P, d'une construction plus simple et plus économique.

Ce tambour se compose de baguettes en bois, minces et légères, vissées sur la circonférence de quatre cercles de fonte à six bras, ajustés sur un axe en fer plein *t*, qui est supporté par des paliers solidaires avec les châssis M, et mis en mouvement par une paire de roues d'angle et un axe transversal *t'*, lequel se prolonge à droite et à gauche comme

l'indique le plan général (fig. 2) pour commander à la fois les tambours des quatre chaudières. Cet axe reçoit lui-même son mouvement, par des poulies, du grand arbre de couche longitudinal *f*.

Le tambour peut former une seule pièce dans toute sa longueur, en faisant son axe assez fort pour ne pas fléchir, ou mieux, être interrompu vers son milieu, afin d'être supporté par un troisième palier qui empêche ainsi toute espèce de flexion.

Au fond de chaque chaudière est une soupape conique s^2, qui s'ouvre du dehors au dedans par un levier en fer, pour servir à enlever le sirop quand il est arrivé à son degré de cuite. La tige et le levier de cette soupape sont disposés de manière à pouvoir la faire tourner sur elle-même pour la roder, après chaque vidange, afin d'éviter les fuites souvent occasionnées par des dépôts qui restent au fond de la chaudière, que l'on doit avoir le soin de nettoyer souvent.

RÉSERVOIR A SIROP ET POMPE ÉLÉVATOIRE.

Le sirop provenant de la batterie Gimart est reçu préalablement dans un réservoir inférieur Q (fig. 2, pl. 31 et fig. 13, pl. 32) d'où il doit être remonté pour aller remplir les chaudières de cuite.

A cet effet, les constructeurs ont appliqué une petite pompe aspirante et élévatoire R, dont le piston est mû verticalement par une bielle et une manivelle, qui reçoivent elles-mêmes leur mouvement de rotation par l'intermédiaire d'une paire d'engrenages et de poulies du grand arbre de couche *f*.

Les sirops aspirés par cette pompe sont élevés dans un second réservoir S (fig. 1 et 2), placé près du premier, mais plus haut sur un massif en maçonnerie, de façon qu'il puisse déverser directement par le tuyau *v*, dans chacune des chaudières de cuite. Ce dernier se divise, à cet effet, en plusieurs branches *v'* qui sont toutes munies d'un robinet.

TABLES OU BACS REFROIDISSEURS.

Autrefois, en sortant de la chaudière de cuite, le sirop était entreposé assez longtemps dans un réservoir; on le puisait ensuite, avec les cristaux formés après un refroidissement à 45 ou 50°, et on le mettait dans de grandes barriques debout, dont le fond inférieur percé de trous laissait le sirop s'écouler incomplétement.

Cette pratique défectueuse est aujourd'hui presque entièrement abandonnée. Dans l'usine qui nous occupe, comme dans la plupart des exploitations bien montées, on verse la cuite dans de grands bacs plats T (fig. 1 et 2, pl. 31), où on laisse refroidir et cristalliser pendant un certain temps. Ces bacs, que l'on appelle *tables à rafraîchir*, sont en fonte, et n'ont pas moins de 5 mètres de côté; ils sont composés chacun de

quatre compartiments égaux à nervures assemblés par des boulons, et assis sur des massifs en maçonnerie, à très-peu de hauteur au-dessus du sol, de manière à les remplir aisément et à les vider de même.

Quand la cristallisation est faite, on a ainsi des plaques de sucre non épuré plus ou moins épaisses, que l'on enlève par parties et que l'on transporte là où il est nécessaire, à l'aide d'un chariot U, disposé sur un petit chemin de fer économique établi dans la longueur de l'usine.

Avant l'application des appareils connus sous le nom de *toupies* ou *turbines centrifuges,* après avoir laissé la cuite séjourner environ 24 heures dans les bacs, on mettait la masse grenée dans des formes où s'achevait la cristallisation, puis on opérait l'*égouttage* et le *clairçage*. Cette opération, qui durait très-longtemps et exigeait un grand emplacement, est maintenant abrégée d'une manière notable par le nouveau mode appliqué presque partout. Il suffit en effet de casser et de diviser les plaques de sucre à la sortie des refroidisseurs, et de les soumettre à l'action de la turbine centrifuge, dont le tambour tourne, comme on sait, avec une grande rapidité.

MACHINE À DIVISER LE SUCRE.

Cet appareil, représenté en coupe verticale par la fig. 14, pl. 32, et en plan vu en dessus fig. 15, est d'une grande simplicité d'exécution.

Il consiste seulement en un cylindre en fonte V, animé d'un mouvement de rotation rapide, et garni sur sa surface extérieure de deux séries de forts couteaux recourbés ou crochus x, qui, dans leur rotation, passent entre des couteaux fixes x', disposés à égale distance et parallèlement de chaque côté de la base d'une trémie en tôle X.

Celle-ci est boulonnée par sa base en fonte sur un bâti en charpente Y; les ouvriers y jettent les fragments de sucre cristallisé, qu'ils vont chercher aux tables à refroidir.

L'axe du tambour à couteaux porte deux poulies égales, dont l'une fixe et l'autre folle; on y fait passer successivement la courroie motrice de la première à la seconde, à l'aide d'une fourchette d'embrayage à vis de rappel y que l'on manœuvre à la main par une manivelle.

Le sucre, entraîné par la rotation du cylindre dans les passages étroits laissés entre les couteaux fixes, tombe extrêmement divisé sur un plan incliné en tôle X', d'où on le reçoit pour le transporter dans les turbines. Ce plan incliné formant une seconde trémie se ferme par une paroi mobile ou registre vertical y', qu'on monte ou qu'on descend à volonté par un levier à poignée.

APPAREILS CENTRIFUGES.

Nous avons peu de chose à dire sur la construction de ces ingénieux appareils, qui sont aujourd'hui bien connus, et qui ont été d'ailleurs

décrits avec beaucoup de détail, d'une part, dans le IIIe volume de ce Recueil, qui en fait bien voir l'origine et les premières applications au séchage des tissus (1), et en second lieu dans le XIe volume, qui, en montrant le mode d'exécution adopté par la maison Cail et Cie et par d'autres constructeurs, démontre les nombreuses et nouvelles applications que l'on peut en faire dans une foule d'industries. Le Ier volume du *Génie industriel* a donné également un historique complet sur les divers emplois de ces appareils et a fait connaître les inventeurs qui s'en sont occupés.

Quant aux sucreries, on regarde encore aujourd'hui l'introduction des turbines centrifuges comme l'un des perfectionnements les plus utiles que l'on ait apportés dans cette opération importante de la fabrication.

Les centrifuges Z, indiqués sur le dessin (fig. 1 et 2, pl. 31), sont au nombre de quatre, placés très-proches l'un de l'autre, sur une même assise de charpente.

On sait que ces appareils se composent chacun d'une sorte de cuve en fonte, de forme cylindrique, à base curviligne et à rebord saillant, et au centre duquel se meut un tambour en bronze à fond conique avec rebord supérieur qui saillit en dedans, pour empêcher la masse liquide

(1) En publiant pour la première fois, en 1844, les appareils à force centrifuge appelés alors *hydro-extracteurs* (IIIe vol. de la *Publication industrielle*), nous avons dû, en parlant de l'inventeur, M. *Penzoldt*, faire connaître toutes les difficultés qu'il avait éprouvées pour rendre ces appareils manufacturiers. Réduit à de faibles ressources après tous ses essais, il venait de céder son privilége à l'un de ses compatriotes, M. Rohlfs, fabricant de petits articles de Paris, et qui l'aida à vivre tout en recherchant avec lui les applications que l'on pouvait faire pour l'emploi d'un tel système.

C'est ainsi qu'ils livrèrent des hydro-extracteurs à des teintureries, à des lavoirs, à des manufactures de toiles peintes, et qu'ils proposèrent d'en faire pour des féculeries, des amidonneries et pour les fabriques de sucre ! Ils arrivèrent à l'Exposition de 1849 avec un appareil destiné à des applications de ce genre. Mais, il faut bien le dire, n'étant pas mécaniciens, et cherchant à apporter dans leurs appareils le plus d'économie possible, ceux-ci n'étaient pas exécutés avec les soins ni avec la solidité désirables. — Aussi, rencontrant un jour M. *Cail* dans la galerie des machines de l'Exposition, nous nous trouvions en présence de cet appareil Penzoldt et Rohlfs; je profitai de la circonstance pour lui dire :

« Voilà une machine qui serait appelée à rendre de grands services à l'industrie, et en particulier aux fabriques de sucre, si elle se trouvait entre les mains d'un constructeur habile comme vous; elle serait d'abord beaucoup mieux établie, et je suis certain que vous en tireriez un très-grand profit. » Puis j'ajoutai : « Je crois qu'il serait facile de vous entendre avec les brevetés, qui ne sont pas, comme vous, en position de faire valoir cette invention. »

Notre prophétie s'est accomplie.

M. Cail comprit aisément et ne tarda pas à donner à l'exploitation de cet appareil une grande extension, après s'être associé également avec M. *Seyrig*, qui, de son côté, s'était fait breveter dans cette même année 1849 pour des appareils analogues destinés au clairçage des sucres. C'est par milliers que l'on compte aujourd'hui le nombre de turbines centrifuges sorties de la maison Cail et Ce pour les sucreries et les raffineries.

Depuis plusieurs années la société Rohlfs, Seyrig et Ce fait une pension de 1,200 francs à M. Penzoldt jusqu'à l'expiration de leurs brevets.

de se projeter au dehors pendant la rotation rapide qui lui est imprimée. La paroi latérale, percée de trous, est garnie intérieurement d'une toile métallique très-serrée, contre laquelle se projette le sucre, en formant une sorte de croûte plus ou moins épaisse, pendant que la mélasse s'échappe par les orifices multipliés du vase, pour s'écouler dans la rigole ménagée à la base de la cuve. En quatre ou cinq minutes cet égouttage forcé épure mieux les sucres que ne pouvait le faire, en 15 jours, l'égouttage des formes.

On peut sans désemparer effectuer, comme dans les sucreries de betterave, plusieurs clairçages successifs; il suffit à cet effet de jeter dans le tambour, une, deux ou trois fois, pendant la rotation, de la clairce graduellement plus pure; le liquide se répartit aussitôt entre la couche verticale du sucre, filtre au travers de celui-ci, et sort définitivement par la tubulure pratiquée en un point de la rigole circulaire de la cuve. Chaque clairce est dirigée suivant sa nuance dans un récipient particulier. On parvient ainsi, dit M. Payen, à égoutter et claircer trois fois le sucre dans l'espace de 6 à 8 minutes, tandis que les mêmes opérations duraient 20 à 40 jours suivant la viscosité des sirops. On évite l'altération des produits, l'emploi de grands locaux, et on diminue notablement l'importance du capital de roulement.

Après cette dernière opération, on retire de la turbine le sucre ainsi purgé, puis à l'aide du chariot on le transporte dans une grande salle, qui forme magasin sur le prolongement de l'usine, et dans laquelle il est ensuite pesé et mis en sac.

RÉSULTAT DU TRAVAIL DE L'USINE.

CONCLUSION.

En adoptant la disposition des appareils et des procédés que nous venons de décrire; on arrive à produire actuellement en moyenne de 70 à 75 kilogrammes de sucre blanc par tonne ou mille kilogrammes de canne; tandis qu'avec les moyens employés auparavant, on n'en tirait pas plus de 50 à 55.

Or, comme on l'a vu plus haut, la canne contient moyennement de 16 à 18 p. 100 de sucre (soit 160 à 180 kilogr. de sucre et mélasse par tonne de canne), et 10 p. 100 de tissus environ.

Par conséquent, lorsque les moulins sont assez énergiques pour extraire, comme nous l'avons dit, 70 kilogr. de jus par 100 kilogr. de canne qui en renferment 90 kilogr., on laisse dans les tiges 20 kilogr. de jus,

Soit 4 kilogr. de sucre,

Qui, ajoutés aux 10 kilogr. de tissus ligneux, donnent en bagasse 14 kilogr. de combustible analogue au bois de chauffage.

Par suite, en écrasant 100 tonnes ou 100,000 kilogr. de canne par jour, on a 14,000 kilogr. de combustible capables de produire 80 à

100,000 kilogr. de vapeur, dont une faible partie est employée, comme on sait, par la force motrice, et l'autre, la plus considérable, à chauffer les appareils de défécation, d'évaporation et de cuite.

Or, si 1,000 kilogr. de canne contiennent, à l'analyse, 180 kilogr. de sucre, ce qui peut être considéré comme un maximum, on peut estimer que le rendement avec 70 p. 100 de jus à la pression correspond au résultat suivant :

Sucre obtenu........................ 70 à 75 kilogr.
Sucre engagé ou transformé en glucose, et sucre incristallisable, dans la mélasse.... 35 à 40 kilogr.

Quand, au contraire, on n'extrait que 50 p. 100 de jus, on laisse dans la bagasse 10 kilogr. de sucre, ce qui donne alors 20 kilogr. de combustible par 100 kilogr. de canne, soit pour un travail journalier de 100 tonnes de canne écrasée un équivalent de 20,000 kilogr. de bois; c'est-à-dire qu'en définitive on a beaucoup moins de jus à évaporer et beaucoup plus de combustible à brûler. Or, à cause de la pression insuffisante du moulin, des altérations occasionnées par la lenteur des opérations, de la température trop élevée, etc., on n'obtient :

En sucre cristallisé que................ 50 à 55 kilogr.
En sucre engagé et incristallisable........ 25 à 30 kilogr.

Il importe sans doute, dans une localité où la houille revient à des prix très-élevés, de conserver à la bagasse assez de jus pour avoir le combustible nécessaire. Cependant il faut aussi bien remarquer que la perte en argent est plus considérable lorsqu'on n'obtient pas d'une quantité donnée de canne un rendement suffisant en sucre.

On vient de voir, en effet, qu'une fabrique montée pour opérer sur 100,000 kilogr. de canne par jour, travaillant avec les anciens procédés, à feu nu, et consommant par suite beaucoup plus de bagasse, ne produirait pas journellement plus de 5,500 kilogr. de sucre, tandis que dans l'usine établie comme celle de Nossi-bé avec un moulin énergique et des appareils perfectionnés chauffés par la vapeur, on obtient jusqu'à 7 et 8,000 kil. de sucre par un travail plus rapide, moins pénible et beaucoup plus régulier.

Lorsqu'on applique des appareils à triple effet ou des appareils à évaporer et à cuire dans le vide, les résultats sont encore supérieurs; seulement, nous devons le répéter, l'installation de tels appareils étant beaucoup plus dispendieuse, et demandant plus d'intelligence et de soins, ne peut encore se répandre dans toutes les habitations avec la même facilité que celle des appareils plus simples qui, comme dans l'établissement que nous venons de décrire, exige moins de capitaux.

SCIERIE DE PIERRE

A TRACTION DIRECTE

PAR DEUX MACHINES A VAPEUR ACCOUPLÉES

DE LA FORCE DE TRENTE CHEVAUX

ÉTABLIE

Chez M. VINCQZ, à Soignies (Belgique)

PAR LA SOCIÉTÉ DU GRAND-HORNU

Sous la direction de M. WEINBERGER, Ingénieur

(PLANCHE 33)

On sait que le débit des pierres de taille s'opère habituellement, suivant leur dureté, par deux espèces différentes de scies. Les pierres dures, telles que celles connues à Paris sous les noms de pierre de roche, pierre franche, liais, etc., se débitent au moyen de lames non dentées agissant par frottement et à l'aide de grès pulvérisé fortement imprégné d'eau.

Les pierres tendres, au contraire, celles qui proviennent de Saint-Leu, de Vergelé, etc., se débitent au moyen de la scie à dents. Le sciage de ces pierres peut donc s'effectuer très-rapidement, car à chaque mouvement de va-et-vient de la lame, actionnée le plus ordinairement par deux hommes qui agissent simultanément à ses deux extrémités, ses dents peuvent attaquer assez profondément la matière pour dégager une quantité assez considérable de sciure et par suite descendre à chaque coup d'une hauteur très-appréciable.

Dans la pierre dure, il n'en est pas de même, on ne peut descendre avec la scie unie, aidée par le grès, que de 10 à 20 centimètres par 12 heures de travail effectif, et dans le marbre de 6 à 8 centimètres seulement. Aussi, depuis longtemps déjà, on est arrivé à scier mécaniquement les pierres dures et les marbres, tandis que, sauf quelques essais

plus ou moins sérieux, on scie toujours manuellement les pierres tendres. C'est que, dans le premier cas, la raison économique était fortement en jeu, et que, dans le second, l'emploi de procédés mécaniques ne peut présenter que des avantages relativement peu appréciables (1).

Les scieries à pierre dure et à marbre adoptées le plus généralement se composent d'un châssis en bois ou en fer, disposé horizontalement, appelé *armure*, auquel sont fixées des lames en fer de 2 à 3 millimètres d'épaisseur qui se trouvent arrêtées à leurs extrémités sur les petits côtés du parallélogramme dudit châssis. Celui-ci, animé d'un mouvement de va-et-vient régulier par un moteur quelconque, est suspendu à chacun de ses angles par des cordes d'égale longueur qui vont ensuite s'enrouler sur un tambour que des ouvriers commandent aisément au moyen d'une manivelle, d'une roue à rochet et de son cliquet, et dont le but principal est de maintenir le châssis à un degré de suspension convenable et variable à volonté.

L'habileté de l'ouvrier chargé de la conduite d'une armure consiste particulièrement à régler cette suspension, en assurant au châssis une descente régulière et proportionnée à la dureté de la matière à scier, et à opérer l'arrosage du grès ou du sable en quantité convenable.

Dès 1810, on trouve deux brevets demandés pour des machines à scier établies sur ce même principe, l'un du 12 avril, délivré au sieur Barbier, menuisier à Grenoble; l'autre, le 31 décembre, au sieur Coutan, à Paris. En 1823, le 31 octobre, M. F. Sauvage, à Boulogne-sur-Mer, se faisait breveter pour une machine propre à scier le marbre, dans laquelle les scies descendaient seules au moyen d'un contre-poids. En 1824, M. Coutan prenait un nouveau brevet, et en 1825, le 17 novembre, MM. Labarre et Grenier demandaient également un brevet sous ce titre : « Mécanique portative et à point fixe, mue par les chevaux ou par la vapeur, spécialement destinée au sciage des marbres et des pierres et au polissage des marbres. »

L'inspection des dessins qui accompagnent ces demandes de brevets fait bien reconnaître l'état de la question à cette époque; on voit par les détails de construction que ces machines n'étaient pas encore entrées dans le domaine de la pratique. Un projet mieux étudié a fait le sujet d'un brevet demandé le 10 février 1826 par le sieur Tulloch, d'Angleterre;

(1) L'avantage le plus réel des scieries mécaniques est de pouvoir débiter, au moyen d'un seul châssis, 20, 30 et jusqu'à 40 panneaux à la fois dans un ou plusieurs blocs; mais cette subdivision n'est guère utile que pour les pierres dures et pour les marbres, les pierres tendres étant rarement employées en panneaux de faible épaisseur.

On a bien essayé dans ces dernières années de faire des scieries mécaniques aisément transportables, mues à bras d'hommes ou par une machine à vapeur locomobile, de façon à pouvoir les faire fonctionner dans les chantiers de construction; mais le peu d'avantage réalisé les a bientôt fait abandonner. Nous citerons, comme une des machines construites dans ce but, celle de MM. Kehr et Millet, brevetée le 10 décembre 1859.

mais le mécanisme de la transmission de mouvement est d'une complication que le travail à réaliser ne peut justifier. On peut faire le même reproche au système de MM. Allen et Vanhoutem, à Paris, breveté le 15 février de la même année 1826.

Ce n'est plus que dix-huit ans plus tard, en 1844, que l'on retrouve de nouveaux brevets d'invention pour des machines de ce genre; mais depuis cette époque un grand nombre de demandes ont été faites, ainsi qu'on pourra le voir par la liste que nous donnons à la fin de cet article; la plupart des dispositions privilégiées, qu'il serait trop long d'analyser ici, ont principalement pour but l'arrosage de l'eau et du grès, ainsi que la descente de l'armure par un mécanisme automatique, c'est-à-dire actionné au moyen du mouvement même de la scie, afin d'assurer la régularité de ces deux opérations indépendamment de l'ouvrier chargé de la conduite des armures. Malgré ces tentatives persévérantes, la descente des scies et l'arrosage se font encore, dans la presque totalité des scieries à pierre et à marbre, par un ouvrier qui, ordinairement, est chargé de la conduite de deux armures fonctionnant à côté l'une de l'autre.

Dans l'installation de la scierie représentée pl. 33, que nous allons décrire, les armures sont disposées pour descendre automatiquement, et l'eau est distribuée sur les lames des scies au moyen d'un tuyau formant double croix. Ce tuyau est alimenté par un réservoir supérieur et est percé de petits trous pour laisser l'eau goutter continuellement sur les traits de scie.

SCIERIE A TRACTION DIRECTE DE M. VINCQZ,

REPRÉSENTÉE PLANCHE 33.

M. Vincqz possède à Soignies trois magnifiques carrières de calcaire bleu, dont les blocs peuvent s'extraire à la dimension de 3 à 4 mètres et plus de longueur, sur 1 mètre à 1^{m}50 d'épaisseur, et 3 mètres de hauteur. Une de ses scieries, celle dite des *Trois-Planches*, est composée de six armures pouvant débiter des blocs en dalles ou panneaux aux dimensions qui viennent d'être indiquées.

La plupart des scies à pierre et à marbre reçoivent le mouvement d'un moteur à vapeur ou hydraulique par l'intermédiaire d'un arbre de couche muni de poulies qui, par des courroies, actionnent autant d'arbres séparés qu'il y a d'armures à commander; chacun de ces rbres est naturellement muni d'une manivelle à laquelle vient s'attacner l'extrémité de la bielle dont le bout opposé est relié au châssis porte-lames.

Dans l'installation de la scierie de M. Vincqz, cette transmission est simplifiée; l'arbre de couche même, actionné directement par le moteur, est muni des manivelles auxquelles les bielles sont attachées;

il y a trois armures à droite et trois armures à gauche de cet arbre, qui est placé horizontalement au milieu du bâtiment, dans le sens transversal.

Jusqu'en 1858, deux roues hydrauliques, placées directement au-dessous de cet arbre, avaient suffi pour faire fonctionner les six armures; mais l'eau ne venant plus en quantité suffisante, il fallut songer à installer une machine à vapeur pour venir en aide à la force hydraulique; on lui adjoignit d'abord une machine horizontale de 15 chevaux qui agissait à l'un des bouts de l'arbre par l'intermédiaire de deux engrenages destinés à augmenter la vitesse du moteur à vapeur, celui-ci ne faisant que 25 tours par minute.

L'insuffisance de ce moteur, et des effets de torsions inégales de l'arbre par suite de l'éloignement de la puissance motrice, mit M. Vincqz dans l'obligation de modifier son installation, et, dans ce but, il s'adressa à divers constructeurs; il leur demanda un moyen de mettre la scierie en bonne marche, en y plaçant un moteur assez puissant pour se passer complétement des roues hydrauliques quand l'eau manquerait, et d'empêcher les torsions inégales qui causaient la rupture de l'arbre coudé, l'arrachement des supports, etc.

Plusieurs de ces constructeurs proposèrent une machine de 30 chevaux placée au milieu de l'arbre moteur des armures, tandis que M. Weinberger proposa, lui, une machine double, ou plutôt deux machines, attaquant les deux bouts de cet arbre directement, sans engrenages, et pouvant se débrayer soit totalement, soit partiellement, quand les deux roues hydrauliques pourraient avoir assez d'eau pour concourir au travail de la vapeur; de plus, d'appliquer une détente variable, système Meyer, pour, au besoin, ne consommer que la quantité de vapeur correspondante au travail résistant, lequel est très-variable selon que toutes ou une partie des armures sont mises en mouvement.

Ce projet prévalut et fut exécuté à l'usine du Grand-Hornu pour la somme de 13,000 francs, transport et pose compris. C'est cette nouvelle installation, dont les dessins nous ont été communiqués par M. Weinberger, qui est représentée sur la planche 33. Nous allons décrire séparément les deux parties principales et distinctes de cette installation :

1° Les machines accouplées à distance, de la puissance totale de 30 chevaux, et l'ensemble de la transmission de mouvement;

2° Les dispositions de la scierie mécanique à pierre.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A VAPEUR ET DE LA TRANSMISSION DE MOUVEMENT.

La fig. 1 représente, à l'échelle de 1/100, la disposition d'ensemble de la scierie suivant une section longitudinale du bâtiment, des deux moteurs, roues hydrauliques et machine à vapeur, actionnant l'arbre à manivelles qui commande les six armures.

La fig. 2 est une section transversale sur une plus grande échelle, au 1/30 de l'exécution, et qui est faite devant la double machine à vapeur pour montrer ledit arbre à manivelles dans toute sa longueur et attaqué par ses deux extrémités.

La fig. 3 est une section verticale perpendiculaire à la figure précédente, suivant l'axe de l'un des cylindres à vapeur et de son bâti.

La fig. 4 montre la forme de ce bâti suivant une section horizontale passant par la ligne 1-2 de la fig. 3.

Les fig. 5, 6 et 7 sont relatives à la machine à scier proprement dite.

Dispositions générales. — Le bâtiment qui renferme les six armures de l'usine des *Trois-Planches* n'est autre qu'une sorte de hangar rectangulaire, qui a intérieurement 17^{m} 30 de longueur et 8 mètres de largeur; les murs ont 40 centimètres d'épaisseur, et une charpente en bois reçoit la couverture. Deux canaux parallèles règnent longitudinalement sous ce bâtiment, et une chute d'eau avec coursier est ménagée au milieu de la longueur de chacun d'eux pour recevoir, comme l'indique la fig. 1, une roue hydraulique à augets A admettant l'eau en dessus (1).

Une roue dentée fixée sur l'axe de chacune de ces deux roues hydrauliques engrène avec un pignon d'un diamètre trois fois plus petit, calé sur l'arbre intermédiaire *a*, muni de la grande roue *a'*; celle-ci commande directement l'arbre principal B, au moyen du pignon A' (fig. 2) pour la première roue hydraulique, et du pignon A^{2} pour la seconde. Ces pignons sont dans le rapport de 1 à 2 avec les roues qui les commandent. En admettant une vitesse de 10 tours aux roues à augets dans le même temps, l'arbre B ferait, comme on voit, 60 tours par suite des rapports qui existent entre les engrenages.

Cet arbre est en huit pièces ou tronçons; les deux extrêmes sont coudés pour recevoir les bielles reliées aux pistons à vapeur. Un *manchon d'embrayage* à griffes C' relie respectivement chaque coude avec le bout d'arbre correspondant, de façon à permettre de débrayer l'une ou l'autre des machines à vapeur et même toutes les deux, dans le cas où la force hydraulique serait suffisante. La manœuvre de ce manchon est effectuée à l'aide d'un levier à manettes C^{2}, monté à l'extrémité de l'arbre horizontal *c*, qui porte une fourchette engagée dans la gorge du manchon.

(1) Voir pour la construction de ces roues notre *Traité des moteurs hydrauliques*.

Les tronçons qui actionnent les armures latérales sont réunis par les doubles boutons de manivelles *b* et par les deux forts *manchons d'accouplement* B' et B². Ces manchons sont nécessaires pour permettre le montage des volants régulateurs V et V' et des pignons A et A², actionnés par les engrenages *a'* qui commandent les roues hydrauliques.

Pour conserver à l'arbre toute sa force et aussi pour faciliter le montage des paliers C, en ne mettant pas dans l'obligation de les fixer rigoureusement à une place déterminée, l'arbre B n'est point pourvu de tourillons; il est seulement assujetti, pour éviter tous déplacements dans le sens longitudinal, par quatre bagues en fonte *b'*, alésées au diamètre de l'arbre. Ces bagues sont maintenues contre les coussinets des paliers par trois vis avec tête fraisée pénétrant dans l'arbre par un taraudage de 0m020.

Moteur a vapeur. — Les deux machines accouplées par l'arbre de transmission sont, comme on le remarque, du système *vertical à cylindre renversé* (1), c'est-à-dire que la tige du piston *d*, de chaque cylindre D, traverse le fond inférieur *d'* pour attaquer directement, au moyen de la bielle D', le coude de l'arbre moteur B.

Le bâti qui supporte ce cylindre est composé de quatre flasques verticales en fonte E, de forme angulaire (fig. 4), boulonnées entre elles au moyen d'oreilles *e* et *e'*, ménagées à leurs bases et à leurs sommets.

Les quatre faces de ce bâti sont évidées et reçoivent des châssis vitrés, ce qui en fait une disposition très-originale et à la fois très-utile; en effet, dans les scieries de pierre et de marbre, les machines sont en peu de temps perdues par le sable et l'eau qui se répandent sur tous les organes quand on n'a pas le soin de les enfermer dans un local autre que celui dans lequel fonctionnent les scies.

Il y a trois types de châssis : le premier, monté à poste fixe, est fendu au milieu pour laisser passer les deux tiges F et F' des excentriques *f* et *f'*, qui commandent les tiroirs de distribution et de détente *g* et *g'*. Le second type est également monté à poste fixe du côté des manchons d'embrayage. Enfin le troisième, appliqué sur les deux faces perpendiculaires aux deux autres, est ajusté à charnière pour permettre le graissage des pièces à l'intérieur du bâti.

Ces pièces sont les paliers C, les têtes de la bielle D' et la glissière G; celle-ci est composée de deux règles en fonte, nervées sur l'une des faces et parfaitement dressées sur la face opposée pour recevoir la tête *h*, clavetée à la tige du piston munie dans ses coussinets du bouton d'attache de la bielle à fourche. Ces deux règles formant glissières sont fixées d'un bout au couvercle *d'* du cylindre à vapeur, et du bout opposé au bâti au moyen d'un fort boulon et de deux étriers en fer *h'* (fig. 3 et 4).

(1) On peut consulter, pour les divers types de machines moteur à vapeur en usage et leurs détails de construction, notre *Traité des moteurs à vapeur* (2 vol. in-4° avec atlas de 50 planches, chez M. A. Morel et Ce, éditeurs).

La base du bâti de chaque machine est fixée sur une forte plaque en fonte H, boulonnée solidement sur le massif en pierre de taille, élevé un peu au-dessus du sol de l'atelier.

Les sommets des deux bâtis sont reliés par un pont en tôle fort léger, qui supporte au milieu la soupape de mise en train H', recevant la vapeur venant du générateur par le tuyau I, et la distribuant aux deux cylindres à la fois par les tuyaux latéraux I'.

Ce pont est formé de deux longues feuilles de tôle découpées à jours, couronnées chacune par une cornière longitudinale *i*, et reliées par six entretoises *i'*. Le dessus, également en tôle, forme un plancher, assujetti sur le rebord des cornières longitudinales par des boulons. Quatre supports en fer J, reliés par les croisillons J', sont destinés à porter les tuyaux de vapeur I' et les tiges de transmission de mouvement de la soupape de mise en train et celles du tiroir de détente.

La soupape est manœuvrée au moyen de l'arbre horizontal K et de l'arbre incliné K', qui se commandent mutuellement par deux paires de pignons coniques *k* et *k'*; le volant à main *v*, monté au bout de l'arbre K', sert au conducteur pour déterminer l'ouverture ou la fermeture de la soupape.

Sur un limbe en cuivre *l*, une aiguille indique les positions de cette soupape correspondantes au mouvement communiqué. Cette aiguille est fixée sur un écrou en bronze *l'* (fig. 3), traversé par une partie filetée de l'arbre K', et qui monte ou descend suivant que l'on tourne ce dernier à droite ou à gauche.

Un mouvement identique, commandé par le volant *v'*, opposé symétriquement au premier, sert à faire varier simultanément les tiroirs de détente *g'* des deux cylindres, au moyen de l'arbre horizontal L, de l'arbre incliné L' et des pignons d'angle *m* et *m'*. Une aiguille semblable à celle *l* indique sur le limbe *n* les quantités ou fractions de la course, pendant lesquelles la vapeur est admise dans les deux cylindres à vapeur.

La détente est du système Meyer, composée, comme on sait, de deux petites glissières munies d'écrous, traversés par une tige filetée à filets inversement inclinés (1), de telle sorte que le mouvement de rotation communiqué à cette tige rapproche ou éloigne simultanément les deux glissières, et par suite celles-ci ferment ou ouvrent plus ou moins les deux ouvertures pratiquées au tiroir de distribution pour l'émission de la vapeur dans le cylindre.

Une troisième transmission, composée de deux arbres M et M', de la paire de roues d'angle *n'* et du volant à main v^2, sert à commander deux robinets purgeurs *o* (fig. 2), montés contre chaque bâti sous chacun des cylindres. Le plus ordinairement ces robinets restent ouverts, afin que,

(1) La description et le dessin de cette détente sont donnés avec détails dans le 1er volume de notre *Traité des moteurs à vapeur*, déjà cité (p. 417).

les pistons ne reçoivent pas de chocs en marchant; à chacun d'eux est adapté un tube en fer étiré, de 0m025 de diamètre, pour laisser un petit égouttement se produire et s'écouler hors du mur d'enceinte de la scierie.

On remarque que dans l'installation générale de ces machines à vapeur tout est rendu complétement indépendant du bâtiment et de tout point d'appui qui aurait faussé avec le temps la rectitude des mouvements.

Voici les données et les dimensions principales de ces machines :

Pression effective de la vapeur............	3 atm.
Nombre de révolutions de l'arbre..........	70
Diamètre du cylindre à vapeur............	0m310
Course des pistons......................	0 500
Diamètre du bouton de l'arbre............	0 100
Diamètre de l'arbre et des tourillons.......	0 145
Dimensions des lumières d'entrée de vapeur.	0 025 × 0m125
— de sortie.........	0 050 × 0 125
Course de l'excentrique du tiroir de distribution...............................	0 060
Recouvrement de chaque côté............	0 005
Avance à l'entrée de la vapeur............	0 002
— à la sortie......................	0 007
Course de l'excentrique de détente........	0 060
Longueur de la bielle..................	1 320
Diamètre des boulons d'attelage...........	0 055
— de la tige du piston, en acier.....	0 045

DESCRIPTION DE LA SCIERIE A PIERRE.

Du bati. — Le bâti servant de guide aux châssis porte-lames de chaque armure est composé de quatre colonnes creuses en fonte P, montées sur une plaque d'assise de même métal, et évidé au milieu. Ces quatre colonnes sont reliées au sommet par un cadre *p*, en fer laminé à double T, lequel est lui-même croisillonné par deux barres de fer méplates *p'* (fig. 5). Les côtés latéraux sont également reliés par des croisillons en fer de même forme P' (fig. 1), afin que l'ensemble forme un bâti solide, fixé ensuite parfaitement sur un massif en pierre.

C'est entre ces quatre colonnes que la pierre à débiter est amenée au moyen de rouleaux en bois bien frettés, qui roulent sur deux rails formant le prolongement de la voie par laquelle on amène les pierres de l'usine. Ces pierres pèsent jusqu'à 30 à 40 mille kilogrammes.

Mécanisme pour la descente de l'armure. — Chaque colonne est garnie intérieurement d'une vis verticale à filet carré *q* (fig. 1), soutenue à la base par un pivot et au sommet par un collier.

Les quatre vis sont commandées simultanément par le haut, au moyen des quatre roues à denture hélicoïdale Q, engrenant avec les vis sans fin q' (fig. 2 et 5). Ces vis sont elles-mêmes commandées par deux vis semblables r, fixées sur un arbre R, perpendiculairement à leurs axes, et qui engrènent avec les roues hélicoïdes Q′, calées à l'extrémité de ces derniers.

L'arbre R, prolongé en dehors du bâti, est muni d'un cône à trois vitesses R′ (fig. 2 et 5), qui reçoit le mouvement d'un arbre horizontal r', disposé parallèlement à l'arbre de couche, dans le sens transversal du bâtiment, de façon à pouvoir commander les trois armures qui se trouvent de l'un des côtés du moteur, tandis que les trois autres sont actionnées par un arbre semblable, comme l'indique la disposition d'ensemble fig. 1, placé de l'autre côté, parallèlement au premier.

Ces deux arbres sont à leur tour commandés par l'arbre à manivelle des machines motrices.

Par cette disposition, on voit que le mouvement de rotation des quatre vis est très-lent, et que la descente des châssis porte-lames T, reliés à ces vis, ainsi que nous l'expliquerons bientôt, doit toujours s'opérer parallèlement à lui-même, en admettant naturellement que ces quatre vis verticales possèdent une même vitesse et un même pas, lequel est de 0m 007. Cette vitesse peut en outre être réglée par l'emploi des cônes à trois étages R pour la descente des châssis depuis 0m 015 jusqu'à 0m 030 par heure, et toujours de manière que cette descente soit en relation directe avec la vitesse de l'arbre moteur, agissant sur les armures de toute la scierie.

Il faut remarquer que l'effort de la courroie passant sur le cône R′ est très-faible, et que ce cône doit faire de 100 à 120 tours par minute pour obtenir cette descente de 0m 015 à 0m 030 des châssis porte-lames en une heure.

Cette grande différence que l'on a prévue dans le rendement facultatif du débit n'est pas seulement occasionnée par la plus ou moins grande dureté des pierres à scier sur la même machine, mais encore par la différence d'homogénéité que présente un même bloc; on s'en rend aisément compte quand on remarque que leur intérieur est souvent traversé par des veines blanches cristallines, qui sont très-dures, et qu'alors les lames ne peuvent attaquer aussi rapidement.

Quand ce cas se présente, il faut pouvoir modifier aussitôt la vitesse de descente de la scie en faisant passer la courroie d'un cône sur un autre, et pour cela il ne faut pas que la courroie soit trop tendue, parce qu'alors, dès que l'effort à exercer pour pousser l'armure dans son trait de scie dépasse une certaine limite, la courroie glisse pendant quelques instants sur les cônes sans les entraîner. Pour éviter cet inconvénient, des rebords sont ménagés, comme on le remarque fig. 5, sur les divers étages du cône, afin que la courroie ne tombe pas en glissant.

Mécanisme pour remonter l'armure. — Lorsque la pierre est débitée, il

faut remonter le châssis porte-lames; cette opération doit s'effectuer le plus rapidement possible pour éviter les pertes de temps. Dans ce but, un second arbre S, parallèle au premier R, commande directement, par les deux paires de petites roues d'angle *s*, les deux arbres munis des vis sans fin *q'*. Ce second arbre est monté dans deux paliers au sommet du bâti (fig. 5 et 6), et il reçoit du même arbre général *r* (fig. 1), qui commande le premier, un mouvement de rotation continu au moyen d'une poulie S', qui y est fixée, et à côté de laquelle est montée folle une seconde poulie servant à recevoir la courroie lorsque la machine travaille.

La poulie S' tourne à raison de 140 à 200 tours par minute; elle peut alors faire faire aux quatre vis sans fin des deux arbres 280 à 400 tours dans le même temps, selon que la machine à vapeur marche à raison de 70 ou 100 tours par minute.

Armure ou châssis porte-lames et leur mouvement. — Chaque châssis porte-lames est composé de deux fers à double T, reliés aux deux extrémités par deux barres méplates *t*, également en fer (fig. 5 et 7), et par de petits T de même métal. Entre les deux barres méplates sont engagées des pinces ou mâchoires en fer auxquelles les lames de scie *t'* sont rivées et qui servent, en les reliant au châssis, à les tendre fortement au moyen de clavettes *u* (fig. 7). Ce châssis est muni vers chacune de ses extrémités de deux oreilles traversées par un fort boulon T' (fig. 2), auquel viennent s'attacher deux bielles de suspension U, réunies par un croisillon en fer *u*, et supportées à leurs extrémités supérieures par un arbre transversal U'. Celui-ci est monté dans deux paliers fixés à des plaques *u'* (fig. 2 et 6), qui descendent intérieurement le long des colonnes jusqu'au châssis, pour porter des petits galets *x*, contre lesquels glissent ses côtés latéraux pendant le mouvement de va-et-vient qui lui est communiqué.

Des plaques u^2, semblables à celles *u'*, sont appliquées extérieurement dans une rainure dressée, ménagée à cet effet dans l'épaisseur des colonnes pour leur servir de guide; des écrous en bronze, traversés par les vis de commande *q* et placés aux deux bouts, relient les deux plaques; de cette manière le mouvement descensionnel du châssis se trouve parfaitement assuré.

Comme chacune des manivelles de l'arbre de couche B doit commander deux armures placées vis-à-vis l'une de l'autre, à droite et à gauche dudit arbre, les deux bielles correspondantes X, attachées au même bouton *b*, doivent avoir leur axe obliqué inversement pour que, partant chacune du milieu du châssis, elles viennent s'assembler l'une contre l'autre sur ce bouton (fig. 2).

Il arrive dans les scieries des accidents souvent assez graves pour amener, soit la rupture des bielles ou des manivelles, soit celle des châssis, accidents occasionnés le plus ordinairement par un obstacle, tel qu'un clou ou un caillou qui vient à faire coin entre une lame et la pierre.

Pour parer à cet inconvénient, M. Weinberger a fait construire les bielles d'une manière toute particulière.

Le corps de chaque bielle X est en bois ; un des bouts est muni d'une tête en fer forgé avec coussinets en bronze, assemblés sur le bouton au moyen de clavettes à la manière ordinaire ; le bout opposé est relié au boulon x' (fig. 5) du châssis porte-lames par une pièce en fer y (fig. 1 et 2) réunie à la fourche également en fer de la bielle par un barreau carré en fonte, dont la section est calculée pour casser, sous l'effort maximum correspondant à 5 chevaux vapeur, réduit à une vitesse minimum de 5 à 6 tours, dans le cas d'arrêt instantané causé par un châssis enrayé.

La réunion de ce *barreau de sûreté* avec la pièce en fer attachée au châssis est obtenue au moyen d'une chape à couteaux engagés dans une rainure pratiquée au moyen d'un trait de lime dans le barreau. Ce point faible est par conséquent celui qui doit céder plutôt que toute autre pièce solide du système.

Le barreau cassant, il ne faut pas que la bielle retombe sur le sol ; elle y serait trainée et pourrait s'accrocher, faire arc-boutant et se casser. Ce cas est prévu par la suspension du corps de cette bielle au moyen d'un contre-poids y' et d'une corde z (fig. 1) passant sur une poulie z', fixée au plafond de l'usine.

TRAVAIL ET RENDEMENT DU MOTEUR À VAPEUR ET DE LA SCIERIE MÉCANIQUE.

La machine à vapeur mise en mouvement, dès l'installation, à la vitesse de 100 révolutions par minute, a fait fonctionner ensemble les six armures de scies ; celles qui avaient le moins de lames en comptaient 12, et l'une d'elles en avait 24. La pression de la vapeur était de 3 atmosphères effectives et la machine conservait son allure franche à une détente de 3/5 ou 2/5 d'admission.

Le débit des armures s'est trouvé doublé de ce qu'il avait été auparavant avec la puissance hydraulique ; jusque-là on ne descendait dans la pierre que de 0m01 par heure et par trait de scie, en marchant avec la vitesse de 50 à 55 tours par minute. En marchant à raison de 100 tours et plus, on est arrivé, sans inconvénient pour les scies, à descendre de 0m24 et jusqu'à 0m28 en douze heures, c'est-à-dire que chaque lame a scié moyennement cette quantité dans la pierre, tandis qu'auparavant on ne pouvait scier que 0m100 à 0m120 dans la même nature de pierre.

La course des armures a aussi été réduite à 0m45, de 0m55 à 0m60 que l'on donnait habituellement, et le résultat a justifié ce changement, de sorte que, d'après M. Weinberger, les conditions les plus avantageuses pour obtenir le plus grand effet utile dans l'installation d'une scie à pierre seraient de donner une petite course à l'armure ou châssis porte-lames et une vitesse de 100 à 120 coups doubles par minute.

Pour marcher à cette vitesse, qui peut être bonne en effet pour descendre rapidement, il faut que l'arrosage de l'eau et du grès soit conduit avec beaucoup de soin et souvent répété, car, la vitesse étant considérable, le rejet du grès par les lames au dehors du trait se fait très-rapidement; aussi ne peut-on pour cette raison dépasser une certaine vitesse. Celle qui est le plus généralement admise dans les scieries à marbre est de 65 révolutions de l'arbre moteur par minute.

Dans ces conditions, les lames de scies descendent dans le marbre noir, dit *Sainte-Anne*, de 6 centimètres environ par douze heures de travail, et, dans le marbre blanc, de 8 à 9 centimètres.

La longueur des blocs soumis au sciage est ordinairement de 2 à 3 mètres, et les armures portent souvent jusqu'à 40 lames pour débiter des panneaux, dits *minces*, de 15 à 20 millimètres d'épaisseur.

La force motrice pour faire mouvoir de telles armures est évaluée à 3 chevaux vapeur environ.

Les prix du sciage à la mécanique sont très-peu élevés relativement au sciage par le procédé manuel. Ainsi, tandis que l'on compte à Paris pour le débit mécanique des marbres minces de 5 à 6 francs le mètre superficiel, et dans le nord de la France et en Belgique, où le charbon est bon marché, seulement 3 francs, l'on paye à Paris aux ouvriers scieurs de marbre 20 à 25 francs par mètre superficiel.

Pour la pierre, suivant sa nature, le mètre superficiel se paye 4, 6, 8 et 9 francs. Le prix de la pierre tendre débité à la scie à dents est de 1 fr. 75 à 2 francs, à Paris.

Nous devons ajouter que lorsqu'on ne peut, dans les scieries mécaniques, appliquer un grand nombre de scies sur le même châssis, le prix du mètre superficiel est sensiblement plus élevé. Ainsi, pour les sciages au-dessus de 20 millimètres jusqu'à 15 centimètres d'épaisseur, le prix varie de 17 à 28 francs le mètre à Paris, et de 8 à 10 francs dans le nord de la France et en Belgique.

On a déjà compris la raison de cette augmentation de prix, qui provient de ce qu'il n'en coûte pas sensiblement plus pour actionner une armure de quarante lames qu'une armure de vingt; et pourtant le travail obtenu est moitié moins considérable.

LISTE DE BREVETS

PRIS EN FRANCE DE 1844 A 1863 RELATIFS AUX SCIERIES MÉCANIQUES A PIERRE ET A MARBRE.

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
POGNARD	Machine à scier la pierre dure dans un sens concave et convexe	22 mai 1844.
SIEGFRIED	Machine perfectionnée propre à scier, à dresser les pierres de taille et le marbre généralement employés dans la construction d'édifices et de monuments	18 septembre 1844.
SIEGFRIED	Machine propre à scier et à tailler la pierre, le marbre, le granit et autres substances dures.	4 octobre 1844.
DERVILLÉ et BOURGUIGNON	Perfectionnements apportés à une machine propre au sciage des marbres, pierres, etc...	15 avril 1845.
XAVIER	Scie mécanique à manivelle, destinée à scier sur le lit même des carrières, comme aussi sur les chantiers de construction, les blocs de pierres tendres	29 avril 1845.
TARTARIN	Machine à scier les pierres de toute espèce	10 janvier 1846.
REGNARD-LESPINASSE.	Scie circulaire destinée à l'extraction de la pierre tendre (1 addition)	31 mars 1847.
BERNARD	Perfectionnements à la scie circulaire de M. Regnard-Lespinasse	8 avril 1848.
TESTE	Scierie mobile à bras et à manége, propre à scier sur les lieux de construction et dans les carrières	22 octobre 1849.
BUITEZ-SEBIRE	Appareil applicable aux scieries de pierre dure et marbre	24 octobre 1849.
SAUNDERS	Perfectionnements apportés au sciage de la pierre, du marbre et d'autres matières dures.	8 mai 1850.
BUTEZ-SEBIRE	Appareil applicable aux scieries de pierre dure et marbre	25 juillet 1850.
SMYERS	Perfectionnements apportés dans les scies circulaires particulièrement destinées au sciage de l'ardoise, du marbre et d'autres substances..	10 juillet 1852.
HUBAULT	Machine à scies circulaires mues par la vapeur sur un chemin de fer pour le sciage des pierres tendres et du bois	8 octobre 1852.
TIRANT	Machine à scier la pierre et le marbre	11 février 1853.
GAROT	Système de scie à marbre, pierre et autres matières dures	16 février 1853.
CANTEL frères	Machine dite *hydrosammomètre* (mesure du sable et de l'eau) pour scier du marbre	20 mars 1854.
CHEVALIER	Procédés de sciage de pierre, métaux, bois et autres substances	8 avril 1854.
VARLET et MAGRINA	Scie mécanique propre à scier le bois, la pierre, etc	19 mai 1855.
PETIT-PIERRE	Machine à scier la pierre et le marbre	3 août 1855.
SAUVAGE	Procédé de sciage du marbre et de la pierre dure.	14 mars 1856.

Noms des brevetés.	Titres des brevets.	Dates.
VARLET	Machine à scier et à tailler la pierre et le marbre	15 septembre 1856.
FERY	Scie à bras portative pour débiter le marbre et la pierre de taille de toute nature	21 novembre 1856.
FOUGEROLLE	Machine à scier les pierres, les marbres, etc.	17 décembre 1856.
XAVIER	Machine dite *Latomos-Xavier*, sciant la pierre sur le lit de carrière, chantier de construction, et pouvant faire, sur pierre, des moulures de tout genre	30 mai 1857.
JOUNIAUX et DECAMPS	Système de descente régulière à contre-poids et frein, pour châssis de scierie à marbre	10 mars 1859.
BUSSON	Système de sciage de pierre	18 mars 1859.
BASSING	Machine et moyens mécaniques spécialement applicables au sciage des pierres	8 avril 1859.
GILAIN	Système de descente mécanique pour armure à scier la pierre et le marbre	30 novembre 1859.
KERR et MILLET	Système de scieries mécaniques propres à débiter, à dresser ou mortaiser la pierre, le marbre, etc.	10 décembre 1859.
POMBLA aîné	Système perfectionné de sciage des pierres	11 février 1860.
ROLLAND	Système de scierie de marbre et de métaux	18 avril 1860.
WATTEBLED	Genre de scie propre à raboter la pierre tendre et dure	9 mai 1860.
BOISSON et LAVIGNE	Système de machine à scier les pierres, marbres, etc.	28 août 1860.
VALLANTIN et HERVÉ	Machine à scier la pierre	18 mars 1861.
MARQUIS et COUX	Lame armée de dents mobiles, propres à couper les pierres, etc., et mécanique spéciale mue par la vapeur, ayant pour objet de faire fonctionner ladite lame	8 mai 1861.
COLMANT	Système d'arrosage employé dans les scieries de marbre	27 juin 1861.
HERBECQ	Système d'arrosage mécanique pour le sciage du marbre	29 janvier 1862.
COUX et MARCHAND	Scies mobiles pour la pierre et pour le bois	27 février 1862.
GUILLET, BOUCHERY et DEFLANDRE	Procédé de sciage mécanique de la pierre et du marbre	18 mars 1862.
COTTIN	Scie à ruban servant à l'extraction de la pierre.	1 juillet 1862.
BOULATRE et LOURY	Machine à scier la pierre	23 juillet 1862.
BARBIER fils	Scie mécanique fixe ou mobile pour toute espèce de pierres	31 juillet 1862.

FILATURE DE LAINE PEIGNÉE

MACHINES DE PRÉPARATION DU DEUXIÈME DEGRÉ

DÉFEUTREUR SIMPLE, DÉFEUTREUR A DEUX ÉTIRAGES

ET

DEFEUTREUR-RÉUNISSEUR

Par M. BRUNEAUX fils aîné,

Constructeur-mécanicien et filateur à Réthel.

(PLANCHES 34 ET 35)

Les laines, suivant leur texture, sont rangées en deux espèces principales qui présentent chacune une grande variété de choix ou de qualité résultant de la nature ou provenance de la race qui les a produites. Ces deux espèces principales sont : les *laines courtes* et les *laines longues*.

Les procédés employés pour la préparation des filaments de ces deux espèces du même produit diffèrent cependant assez essentiellement entre eux pour avoir amené, comme on sait, la création de deux grandes industries : l'une, pour le traitement de la laine courte est dite de la *laine cardée*, laquelle est destinée à la fabrication des draps, tapis et autres tissus feutrés et foulés; l'autre, de la laine longue ou *laine peignée*, qui sert au tissage des étoffes légères à surface unie, les mérinos, les flanelles, et en général de tous les tissus laissant apercevoir les fils de la trame et de la chaîne [1].

(1) Des deux procédés, cardage et peignage, dit M. Harel George dans son *Traité sur la filature de la laine peignée*, est née une troisième industrie, sous le nom de filature mixte ou *peignée cardée*. Elle fut exploitée pour les numéros ordinaires, par l'ancienne maison Paturle-Lupin depuis 1826; elle avait alors sa raison d'être. Mais aujourd'hui le peignage, en amenant le bon marché et la perfection des produits, a fait renoncer, en partie, au peigné mixte qui ne s'emploie que dans quelques articles de nouveauté de Roubaix et flanelles de Reims. La maison Harmel frères, une de celles qui file le mieux, en a produit considérablement.

On est généralement d'accord de diviser en deux sortes de préparations les diverses transformations que l'on fait subir aux matières textiles pour en faire des fils propres au tissage : l'une, dite du premier degré, est à la fois chimique et mécanique ; elle comprend, pour la *laine cardée*, le *triage*, le *dessuintage* et *dégraissage*, le *séchage*, le *battage*, le *nettoyage* ou échardonnage, et enfin le *cardage après graissage*. Pour la laine longue ou *laine peignée*, les premières opérations sont à peu près les mêmes jusqu'au cardage, qui, pour cette sorte de laine, n'est plus qu'une opération préliminaire destinée à préparer les filaments qui doivent subir l'action de la machine à peigner.

Si, dans la préparation du premier degré, les procédés sont à peu près semblables pour les deux grandes industries de la laine cardée et de la laine peignée, il n'en est pas de même pour les préparations de *second degré*. Pour la première, on peut dire que cette préparation du second degré n'existe pas puisque le plus ordinairement les filaments, au sortir de la carde, sont portés au métier à filer sans étirage, ni doublage, ni laminage préalables. Aussi, en comparant des fils ainsi obtenus à des fils de laine peignée, on remarque des différences très-appréciables même pour les personnes étrangères à la fabrication, quoique pourtant, nous devons le dire, on soit arrivé dans ces dernières années, par l'emploi des cardes fileuses, à produire des fils relativement très-réguliers.

Pour la laine longue, qui doit être soumise au peignage, la préparation du deuxième degré est au contraire d'une importance capitale, et les machines qui y sont employées présentent un véritable intérêt; aussi sommes-nous heureux de donner avis à nos lecteurs que nous allons pouvoir décrire ces diverses machines en détails, grâce à l'extrême obligeance d'un constructeur bien connu, qui est aussi un filateur habile, M. Bruneaux fils aîné, de Réthel.

En mettant ses ateliers à notre disposition pour nous permettre d'en faire relever les principales machines, telles que défeutreurs, bobinoirs, métiers à filer, à tisser, etc., M. Bruneaux nous donne aujourd'hui la faculté de remplir la promesse que nous avions faite de publier, malgré leur complication, les machines les plus perfectionnées de la filature et du tissage.

EXAMEN SOMMAIRE DES PRÉPARATIONS QUE L'ON FAIT SUBIR A LA LAINE PEIGNÉE.

La filature de laine peignée, telle qu'elle se pratique aujourd'hui, offre des différences assez sensibles avec ce qu'elle était il y a seulement dix ans. A cette époque, nous avons donné, dans le quatrième volume de ce Recueil, un aperçu succinct des différentes préparations que l'on faisait alors subir à la laine avant de la convertir en fils.

Ces opérations qui, en principe, sont encore les mêmes aujourd'hui,

ont reçu des modifications assez importantes, que nous croyons devoir signaler avant d'entreprendre la description des différentes machines de préparation du second degré.

On sait que la laine, telle qu'on l'achète sur les marchés ou dans les fermes, se présente ordinairement sous deux aspects : la laine en suint et la laine lavée à dos. Le suint, matière grasse sécrétée par l'animal, se répand dans les filaments de la toison, où il retient la poussière et les corps étrangers; le suint est insoluble dans l'eau froide; par conséquent le lavage à dos que l'on fait subir à l'animal quelques jours avant la tonte est incomplet; les corps étrangers les plus gros, le sable, la paille, qui souillaient la toison, sont bien en partie enlevés par ce premier lavage, mais une portion assez notable du suint reste encore adhérent aux filaments, se durcit au contact de l'air, et devient par cela même beaucoup plus difficile à enlever par la suite.

Triage. — La première opération que l'on fait subir à la laine à son arrivée dans l'usine est le triage, qui consiste à séparer les différentes qualités en les classant suivant leur finesse, leur grosseur et leur longueur. Cette opération se fait sur des claies à jour disposées sur des tréteaux où l'ouvrier étale les toisons dont il classe les qualités dans des paniers disposés pour cet objet.

Désuintage. — Les laines, une fois triées, sont soumises au désuintage et au dégraissage, pour les débarrasser du suint et des corps étrangers qu'elles peuvent contenir. Plusieurs modes sont en usage pour effectuer cette double opération, qui est à la fois chimique et mécanique. Dans le vol. IV, et tout récemment dans le vol. XIV, nous avons donné la description de plusieurs machines à laver les laines en suint. L'appareil qui est encore le plus communément employé consiste dans une série de trois bacs placés à la suite les uns des autres, et munis chacun d'une sorte de laminoir, comme celui que nous avons donné vol. XII, pl. 3. La laine, jetée dans le bain préparé que contient le premier bac, est agitée et engagée entre les cylindres du premier laminoir; on la fait passer ensuite dans le second bac, puis dans le troisième, qui achève le dégraissage par un dernier lavage à l'aide de la composition du bain que le bac contient et par l'action mécanique du dernier laminoir. Quelquefois, avant le dégraissage, il est utile, pour certaines laines, de les soumettre à un premier battage, qui a pour but d'en extraire tous les corps étrangers, la poussière, le sable, etc.

Séchage. — Les laines désuintées sont portées au séchage, pour les débarrasser de l'humidité qu'elles contiennent encore. Le séchage s'opère sur une table sans fin sur laquelle on étend la laine à sécher. La table parcourt l'étendue d'une étuve chauffée à la vapeur, et la laine tombe à l'extrémité, ne contenant plus environ que 10 p. 100 d'humidité.

Battage, Nettoyage ou Échardonnage. — Certaines laines, après désuintage et séchage, ont encore besoin d'être ouvertes et nettoyées avant de

passer à la carde, et à cet effet, au moyen d'un battage manuel ou mécanique, on prépare les filaments que l'on soumet ensuite à la machine dite à *égloutronner ou échardonner* (1), destinée à enlever les pailles, herbes desséchées, gloutrons ou chardons dont l'extraction est fort longue par les procédés manuels.

Cardage. — Ainsi désuintée, séchée et nettoyée, la laine est ensuite passée à la carde; mais elle subit une opération préalable, qui est le *graissage,* pour faciliter son passage entre les dents et conserver les garnitures. Le *cardage* que doit subir la laine a pour but d'ouvrir les filaments, de les redresser pour les préparer au *peignage.* Dans les anciens procédés, on ne faisait pas usage de la carde; nous croyons que la première application en France est due à MM. Seillière et Scheidecker, et maintenant elle paraît définitivement adoptée. On a cherché depuis, il est vrai, à la remplacer par les *démêleuses* de MM. Poupillier, Pierrard, Kœchlin, et par les *machines à pointes* en usage dans quelques filatures; mais dans plusieurs contrées, c'est encore la carde qui paraît avoir la préférence.

Peignage. — Au sortir de la carde, la laine, en rubans, subit un certain *étirage* et un *doublage* sur une machine disposée à cet effet; puis les bobines, fournies par ces dernières machines, sont placées derrière les peigneuses qui ont pour but de ranger les filaments dans un état de parallélisme parfait pour faciliter leur conversion en fils. Nous avons donné, dans le vol. III, la peigneuse de John Collier et une note historique sur ces machines jusqu'en 1843. Depuis cette époque, elles ont été remplacées presque partout par l'ingénieuse peigneuse de J. Heilmann, construite par M. Schlumberger, de Guebwiller, et dont nous avons fait connaître le principe dans le Ier vol. du *Génie industriel.* Cette machine a aujourd'hui pour rivales les peigneuses de M. Hubner qui, comme celles de Heilmann, s'appliquent aussi bien au coton et à la bourre de soie qu'à la laine longue, et sont également exécutées par la maison Schlumberger. On compte aussi les peigneuses Lister, Donisthorpe et Holden, et aussi celles de M. Moreel et de M. Dujardin-Colette employées dans quelques filatures.

Lissage. — Les laines sortent de la peigneuse sous forme de rubans, qui sont dégraissés sur une machine appelée *lisseuse* (2). Cette machine, en dégraissant les rubans, leur fait subir un certain étirage pour les préparer aux opérations suivantes; les rubans sont ensuite séchés en passant

(1) Nous avons donné récemment le dessin d'une machine de ce genre, perfectionnée par M. Malteau, dans le vol. XXIV du *Génie industriel.*

(2) On emploie aussi ces machines avant le peignage, aussitôt après cardage, lorsque l'on *peigne en maigre,* c'est-à-dire sans avoir huilé préalablement les filaments. Le *peignage* en gras avec addition de 5 à 6 p. 100 d'huile, en faisant usage de la peigneuse Heilmann, est le procédé le plus généralement adopté.

sur des cylindres en cuivre rouge commandés par la machine même et chauffés par un courant de vapeur intérieur (1).

Arrivés à cet état, les rubans, peignés et lissés, enroulés en grosses bobines, sont livrés aux machines de *préparation du second degré*. Ces machines sont destinées à étirer les rubans en les doublant, et à les amener à un degré de finesse assez avancé pour les placer sur le métier à filer, qui les transforme en fil après les avoir étirés une dernière fois.

Défeutreur. — La première machine de préparation du second degré est le *défeutreur*, composé de 2 peignes faisant 2 bobines; le défeutreur continue, pour ainsi dire, l'effet de la peigneuse; il redresse les filaments, les débourre, les étire et les enroule en bobines ou cannelles qui sont placées sur un second défeutreur à deux étirages, composé de 3 peignes faisant une seule cannelle. Cette machine opère le même travail que le premier défeutreur: seulement les deux rubans des deux premiers peignes se réunissent sur le troisième peigne.

Vient ensuite le *défeutreur-réunisseur* composé de 8 peignes formant 2 étirages successifs; 6 peignes réunissent leurs rubans sur 2 autres peignes placés sur le devant de la machine.

Ces trois machines sont souvent réunies en une seule, suivant la nature des peignées; alors on emploie un défeutreur de 4 peignes faisant 2 bobines.

Réduit. — Les rubans du défeutreur servent à alimenter le réduit à 4 lames, en les faisant passer deux à deux sur chacune des 4 lames pour former 4 bobines. Cette machine prend le nom de *réduit*, parce que,

(1) Le dessin et la description de la lisseuse de M. Kœchlin sont publiés dans le vol. IX du *Génie industriel*.

M. Harel-George, dans son *Traité de filature de la laine peignée*, donne ainsi la composition et la valeur d'un matériel de peignage pour 6,000 broches, destinées à absorber 250 kilog. de peignée par jour.

Sept peigneuses Schlumberger à...........	5,000 fr.	35,000 fr.
Sept grandes cardes simples à.............	2,000	14,000
Les appareils à aiguiser..............................		1,000
Un étirage Schlumberger, à quatre peignes............		2,000
Une folle pour les bobines dures pour lisseuse.........		400
Une lisseuse à gros cylindres, deux bobines............		2,400
Un bobinoir à huit peignes et un à douze bobines......		3,200
Les bacs à dégraisser, — tuyautage, chauffage...........		12,100
Total pour le peignage.......		60,000

Ce montage est large, car l'on peut alimenter 1,000 broches avec une peigneuse.

M. Harel-George fait précéder cette énumération d'un matériel de peignage de cette observation : Si l'on voulait se former une opinion, dit-il, sur la manière de monter un peignage d'après ceux qui existent, on serait fort embarrassé; il y en a de toutes les formes :

M. Dauphinot, de Reims, alimentait 4,500 broches avec quatre peigneuses et douze cardes simples, qui sont alimentées par cinq machines Poupillier.

arrivé là, on donne au ruban un poids déterminé, afin qu'arrivé au dernier bobinoir, on obtienne le numéro qu'on s'était proposé sans avoir rien changé dans les machines intermédiaires. Il faut pour cela s'être assuré du rapport qui existe entre deux longueurs semblables de ruban, prises, l'une sur le réduit, l'autre sur le bobinoir finissant (1).

Réunion. — Au sortir du réduit, les rubans passent sur une machine appelée *réunion*, ou mieux *bobinoir-réunisseur*. Elle est destinée à réunir les rubans de 4 bobines provenant du réduit pour n'en former qu'une seule. Là, les rubans sont encore étirés, puis subissent un commencement de torsion pour leur donner de la consistance et une plus grande facilité à se dévider.

Bobinoirs. — Les rubans passent ensuite dans une série plus ou moins grande de machines de dispositions analogues appelées *bobinoirs*, qui amènent insensiblement les rubans à un état de grosseur qui se rapproche de plus en plus du numéro des fils jusqu'au dernier bobinoir ou *bobinoir en fin* qui précède immédiatement le métier à filer.

Les machines de préparation du second degré, qui composent un assortiment complet, varient beaucoup; on peut même dire qu'il n'y a pas deux filateurs et deux constructeurs qui soient complétement du

MM. Collet frères, qui font des numéros plus courants et qui avaient 2,200 broches, ont trois peigneuses et trois cardes Mercier, de Louviers.

M. Pierrard, de Reims, prépare avec des machines de son invention dites dresseuses, et peigne avec la machine Schlumberger; il a beaucoup de machines pour suivre huit peigneuses et une seule lisseuse qui est aussi de sa construction.

Les filatures du Cateau ont des machines à pointes; la maison Seydoux, qui a 56 à 60 peigneuses, n'a pas une seule carde et peigne bien; elle ferait tout aussi bon avec des cardes et serait dans de meilleures conditions, comme rendement pour les numéros fins.

M. Allart, à Roubaix, qui à 12 peigneuses, les alimente avec 12 cardes Mercier, une par peigneuse, et tous ces divers systèmes peignent bien.

(1) Dans l'ancienne méthode, la laine, en sortant de la peigneuse, passait à la *réunisseuse* qui, ainsi que son nom l'indique, avait pour but de réunir plusieurs rubans en un seul. Après cette opération, on divisait en échevettes de 12 à 15 mètres la grosse bobine formée par la réunisseuse; puis les échevettes étaient dégraissées séchées et soumises aux étirages, qui lui faisaient subir des allongements successifs; des étirages, les rubans passaient à un défeutreur simple qui en redressait les filaments en réunissant plusieurs rubans entre eux. En sortant de cette machine, le ruban était coupé en bouts de longueur déterminée et soumis à l'action de la machine à *tortillonner*.

Les tortillons formés, on les portait au *bruissage* dans une cuve close chauffée à la vapeur. Après quelques jours, les tortillons bien secs étaient détordus, soit à la main, soit à l'aide d'une machine spéciale, et portés au défeutreur double, de là à la machine à réunir. Cette double opération du tortillonnage et du bruissage avait pour but d'allonger et de redresser les filaments de la laine, qui, dans leur état naturel, se présentent frisés ou vrillés.

Le tortillon n'avait qu'un seul défaut, celui d'être dispendieux, ce qui l'a fait supprimer, et cependant le tortillonnage était un excellent moyen pour arriver à étendre et à bien diviser les filaments sans les détériorer. On a cherché à remplacer cette double opération du tortillonnage et du bruissage par un *chauffage à la vapeur pendant la marche des défeutreurs*, mais ce procédé présente des inconvénients qui obligent de le supprimer.

même avis sur cette question. Voici d'après M. Charles Leroux la composition d'un assortiment pour entretenir le travail de 3,000 broches :

1er passage.	1	défeutreur	4	peignes,	2	bobines.	
2e	—	1 réduit.	8	—	4	—	
3e	—	1 réunion.	12	—	6	—	
4e	—	1 bobinoir simple. .	12	—	12	—	
5e et 6e	—	2 bobinoirs simples.	24	—	24	—	
7e et 8e	—	2 bobinoirs doubles.	16	—	32	—	
9e et 10e	—	2 bobinoirs doubles.	20	—	40	—	

M. Harel-George donne le tableau suivant pour l'assortiment de 6,000 broches :

DÉSIGNATION.	LONGUEUR de la machine.	CYLINDRES.			PEIGNES.			PRESSION sur les cylindres.
		Diamètre.	Largeur.	Cannelures.	Diamètre.	Largeur.	Aiguilles.	
	mèt.	mill.	mill.	nomb.	mill.	mill.	mill.	kilog.
1er passage, défeutreurs : 4 peignes.	2,00	50	130	52	64	130	8	150
2e — réduit à 8 peignes.....	3,00	49	130	53	60	110	8	125
3e — étirage double, à 12 ou 16	3,50	48	120	54	55	90	7	100
4e — 1 bobinoir à 24 peignes.	6,30	47	110	55	52	80	6	90
5e — 1 — à 30 —	8,00	45	100	56	50	70	6	80
6e — 1 — à 40 —	10,00	44	90	57	45	60	5	70
7e — 1 — à 40 doubles	10,00	43	80	57	45	60	5	70
8e — 2 — à 40 simples.	20,00	41	70	57	42	60	4	50
9e — 2 — à 42 doubles.	21,50	39	70	57	42	60	4	45
10e — 2 — à 44 —	22,40	38	70	57	40	60	4	40
11e — 2 — à 46 —	23,30	36	70	57	38	60	3 1/2	35
12e — 2 — à 48 —	24,15	35	70	57	35	60	3 1/4	32
13e — 2 — à 50 —	25,00	35	70	57	27	60	3	30

Dans les machines de préparation de la nature de celles employées pour la filature de la laine, qui, en résumé, n'ont pour but qu'une suite d'opérations similaires concourant toutes au même résultat, celui d'étirer, de redresser et de paralléliser les filaments en réduisant les rubans, par l'allongement, on doit comprendre aisément la grande difficulté qui existe à bien préciser le nombre des passages successifs nécessaires sur telle ou telle machine, puisque le travail de l'une ne modifie pas très-sensiblement celui de l'autre.

On a donc souvent besoin de faire varier les opérations, soit en multipliant, soit en diminuant le nombre des passages, suivant les qualités des laines ou la finesse des numéros que l'on veut produire. En semblable occurrence, il faut avoir recours aux connaissances pratiques, à

l'expérience acquise du directeur de la filature et à celles des contremaitres, pour tirer parti du matériel mis à leur disposition.

C'est sur le choix judicieux de ce matériel, qui permet d'obtenir la préparation dans les conditions d'économie obligatoire au succès de l'établissement, que nous espérons pouvoir renseigner nos lecteurs, en donnant les dessins et descriptions complètes des principales machines que nous croyons les plus perfectionnées.

DESCRIPTION DU DÉFEUTREUR SIMPLE DE M. BRUNEAUX,

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 1 A 10 DE LA PL. 34.

Le défeutreur simple est, comme nous l'avons dit, la première machine de préparation du second degré, employée dans la filature de laine peignée. Les rubans ou mèches sortant des peigneuses en gras sont portés à la *lisseuse*, qui, en les dégraissant, leur fait subir un certain étirage, puis les sèche. Dans cet état, les rubans sont livrés au filateur sous la forme de grosses bobines pour être placés sur le défeutreur simple qui doit opérer le défeutrage de la laine, c'est-à-dire égaliser les brins, les débourrer, les redresser et les aligner bien parallèlement entre eux, de telle sorte que les inégalités de grosseur et les boutons qui règnent dans les rubans, en sortant du lissage, disparaissent le plus complétement possible.

La machine dite *défeutreur*, qui donne ce résultat, se compose de cylindres alimentaires fournissant les rubans à un peigne circulaire, garni d'aiguilles qui s'engagent dans le ruban, dont elles redressent les filaments ; ensuite viennent des cylindres étireurs destinés à faire subir à la mèche un étirage variable entre deux et trois fois sa longueur ; puis des rouleaux enroulent les mèches étirées et défeutrées sur des fûts en bois, pour en former de grosses bobines ou cannelles que l'on porte à la machine suivante.

Le défeutreur simple est en outre composé de deux éléments semblables ou de deux systèmes d'étirage placés à côté l'un de l'autre et agissant simultanément ; cette disposition permet d'opérer sur deux rubans à la fois, ou bien d'effectuer deux passages sur la même machine. Les rubans sortant du premier passage sont placés derrière le second passage en les doublant.

Les fig. 1 à 4 de la pl. 34 représentent les différentes vues nécessaires pour bien faire comprendre toutes les parties d'un tel défeutreur.

La fig. 1 est une vue de face de la machine, les pieds du bâti supprimés ;

La fig. 2 en est un plan complet vu en dessus ;

La fig. 3, une vue de côté montrant les différents renvois du mouvement par engrenages ;

La fig. 4 est une coupe transversale faite perpendiculairement à l'un des étirages, suivant la ligne 1-2 du plan.

Dispositions générales. — L'inspection de ces figures fait reconnaître que la machine se compose de deux bâtis A, réunis par une traverse en croix de Saint-André A′, et fixés solidement au sol au moyen de boulons. Sur les bâtis sont fixés deux sortes de bancs en fonte ou porte-systèmes B et B′; sur le premier sont boulonnés deux supports en fonte *b* qui reçoivent les cylindres cannelés, les peignes et les rouleaux d'appel; le second banc B′ est seulement destiné à relier les deux parties du bâti et à recevoir les supports C′ des deux entonnoirs C, dans lesquels passent les mèches avant de s'enrouler en bobines.

Les cylindres cannelés *c* et *c′* (fig. 4), dits *alimentaires*, ceux *d*, dits cylindres *étireurs*, ainsi que les rouleaux d'appel DD′, tournent par leurs tourillons extrêmes dans des petits chevalets *a*, munis intérieurement de coussinets en bronze. Ces chevalets sont boulonnés sur les supports *b* munis d'une longue rainure qui permet leur prompt déplacement, et par suite donne la facilité de régler la position des cylindres entre eux, et relativement avec les cylindres à peignes *e*.

Ces derniers sont montés sur un axe en fer *e′*, dont les tourillons reposent dans deux paliers *b′* munis de coussinets et de chapeaux en bronze; ces paliers sont fondus avec les supports *b*. De cette façon la rigidité des peignes est aussi complète que possible, et aucune vibration nuisible n'est à craindre pendant la marche de la machine.

Peignes circulaires. — La fig. 5 représente en section le peigne circulaire employé dans toutes les machines de préparation; il se compose d'un tambour *e* formé d'un certain nombre de segments, réunis entre eux par deux disques en cuivre e^2, fixés sur l'arbre *e′* au moyen de clés ou de vis de pression. Les segments qui composent le tambour sont en métal fusible, composé de zinc et de bismuth, fondu dans des moules ou lingotières dans lesquelles sont préalablement disposées, suivant l'angle voulu, les aiguilles ou dents d'acier qui doivent ne former qu'un tout avec l'ensemble des segments.

L'on remarquera que les aiguilles des peignes sont légèrement inclinées sur le tambour, condition essentielle pour qu'elles pénètrent plus facilement dans les mèches qu'elles déchireraient si elles étaient dirigées vers le centre (1).

Le diamètre des peignes, leur largeur, le nombre, la grosseur et la hauteur des aiguilles, varient suivant les machines et suivant la qualité des laines employées.

Les peignes, dans les machines de préparation, sont, on peut le dire,

(1) En donnant dans le vol. IV le système de bobinoir exécuté alors à Reims, nous avons représenté, pl. 17, avec beaucoup de détails les dispositions des peignes circulaires adoptés sur cette machine et qui diffèrent peu de celui que nous décrivons aujourd'hui.

l'âme de la machine; leur position par rapport au cylindre étireur, et leur vitesse, sont des causes qui changent la qualité du produit. Un peigne trop bas, par rapport au cylindre étireur, donne des barbes, et l'action du peigne est incomplète, les aiguilles ne pénétrant pas suffisamment dans la mèche; placé trop haut, le peigne évite les barbes données par un peigne trop bas, mais la laine a trop de difficulté pour s'introduire dans les dents, et le plus souvent l'étirage a lieu sans que le ruban ait pénétré au fond des dents, ou bien, si les laines sont courtes, le ruban se coupe.

Il faut donc, pour éviter tous ces inconvénients, placer le peigne dans une position intermédiaire, ni trop basse, ni trop haute, par rapport au cylindre étireur.

La position qui paraît être la plus convenable est celle qui fait correspondre, suivant une ligne horizontale, la partie supérieure des cylindres cannelés avec le fond des aiguilles du peigne. Celui-ci peut même être un peu plus élevé. Du reste, l'expérience du filateur peut seule le guider pour bien régler la position de cet organe essentiel.

Cylindres alimentaires étireurs et de pression. — Les cylindres alimentaires *c* et *c'* sont surmontés des cylindres de pression en bois E et E', garnis de cuir; ils sont montés deux à deux sur des axes en fer *f* et *f'*, qui sont maintenus à leurs extrémités par les chevalets *a*, dans l'intérieur desquels ils tournent librement.

Les cylindres étireurs *d* sont aussi munis de cylindres de pression en bois F sur lesquels on a collé du drap au lieu de cuir; le drap est encore recouvert de parchemin, dont une partie f^2 (fig. 4) restée libre, forme une sorte de papillon qui, à chaque tour, frappe sur les peignes pour dégager la poussière et faciliter l'entrée du ruban dans les dents.

Il est important que la largeur des papillons puisse couvrir les rondelles du peigne, afin de ne pas s'accrocher aux dents, ce qui occasionnerait des barbes.

Les cylindres F sont fixés sur un même axe en fer *g*, guidé dans le support des cylindres étireurs; ils sont en outre surmontés de chapeaux en bois G, guidés de même à leurs extrémités par le support des cylindres étireurs. Ces chapeaux sont munis en dessous, à l'endroit où ils s'appuient sur les cylindres de pression, de brosses courtes retenant tous les duvets ou impuretés qui peuvent s'attacher à leur circonférence.

Il est indispensable de nettoyer très-souvent les chapeaux, car ils s'engorgent rapidement par les impuretés qui se détachent et passent avec les rubans. Sans cette précaution, ceux-ci se trouveraient salis et détériorés. L'application de ces chapeaux a donc, comme on voit, une certaine importance dans les machines préparatoires.

Les cylindres de pression E, E' et F, dont le poids ne serait pas assez considérable pour faire équilibre à l'étirage, sont surmontés d'un système de leviers sur lesquels agit un contre-poids. A cet effet, sur l'axe *g*

du cylindre de pression F repose un petit coussinet en bronze, fixé à un bras en fer H, dont l'autre extrémité est munie d'un petit étrier à vis *h*, qui le relie à une sellette en fer *h'*, dont les deux bouts, garnis de coussinets, s'appuient simultanément sur les axes *f* et *f'* des cylindres de pression E et E'.

Sur le bras H, et le plus près possible de son point d'appui sur l'axe *g*, s'accroche un levier *i*, dont l'autre extrémité est reliée à un autre levier *i'* (fig. 1 et 4), qui a son point fixe sur le porte-système, et dont l'extrémité est munie d'un fort contre-poids I. Par cette combinaison, la pression produite par le contre-poids I s'exerce à la fois sur les trois axes *f*, *f'*, *g* des cylindres de pression E, E', F.

Il est facile de modifier à volonté, suivant la qualité des laines, la pression à exercer sur les cylindres. Il suffit pour cela de rapprocher ou d'éloigner le contre-poids I du point d'appui du levier *i'*.

Formation des cannelles. — Les entonnoirs C, dans lesquels passent les rubans défeutrés, sont animés d'un mouvement de rotation assez rapide pour faire subir à ces rubans une certaine torsion, qui leur donne plus de consistance et les empêche de se briser aussi facilement pendant toutes les opérations subséquentes qu'ils sont obligés de subir. A cet effet, les tubes des entonnoirs C, ainsi que l'indique le détail (fig. 10), sont percés par côté de deux trous, dans lesquels on introduit la mèche avant de la faire passer sur les bobines.

La formation de ces bobines, ou cannelles, a lieu au moyen d'un tambour en bois J, dit *rouleau de cannelle*, qui est animé d'un mouvement de rotation continu ; sur ce rouleau repose un fût ou *busette* en bois, à l'intérieur duquel est logé un mandrin en fer qui fait pression sur le tambour J ; les deux extrémités de ce mandrin tournent librement dans des supports K, fixés sur une traverse en fonte L animée d'un mouvement de va-et-vient qu'elle communique ainsi à tout l'ensemble du porte-bobines, en glissant sur les deux poulies à joues M, destinées à supporter cette traverse.

Le bout du ruban étant préalablement enroulé de quelques tours sur la busette, dont la pression sur le tambour J détermine le mouvement de rotation, la mèche continue à s'enrouler jusqu'à ce que la bobine soit arrivée au diamètre définitif. La consistance nécessaire lui est donnée par le mode d'enroulement des mèches en forme d'hélices très-allongées sur la busette, ce qui est produit par le mouvement de va-et-vient de tout le système. La course de ce va-et-vient est à peu près égale à la longueur de la busette, et la vitesse de rotation du rouleau d'appel J est calculée de manière que son développement, pendant un certain temps, soit égal au produit du cylindre étireur pendant le même temps ; de sorte que la mèche constamment tendue entre les tambours J et les rouleaux d'appel D, D' s'enroule avec une tension uniforme.

Commande des cylindres. — L'arbre moteur N, disposé longitudinale-

ment au milieu de la machine, est soutenu par deux supports *n* fixés au bâti A ; il est muni à son extrémité de deux poulies en fonte P et P′, dont l'une est montée folle pour permettre d'interrompre à volonté le mouvement, en faisant glisser la courroie sur sa circonférence, au moyen de la fourchette d'embrayage P^2, manœuvré par les manettes *p* ou *p′*.

Sur ce même arbre N, près de la poulie motrice P, est fixé un engrenage droit O, qui engrène avec l'intermédiaire O′, lequel donne le mouvement à un pignon *o*, de 50 dents, fixé à l'une des extrémités de l'axe du cylindre étireur *d*.

L'autre extrémité de cet axe est munie d'un pignon *o′*, de 50 dents, qui engrène, au moyen de la roue intermédiaire *q*, avec le pignon *q′*, de 90 dents, fixé au bout de l'axe des cylindres alimentaires *c′*. Comme le pignon *q′* est d'un diamètre plus grand que celui *o′*, il s'en suit que la vitesse des cylindres alimentaires est bien moins grande que celle des cylindres étireurs ; par suite, les premiers fournissent moins que ne peuvent en appeler les seconds ; il se produit naturellement sur la portion de mèche comprise entre les deux cylindres un certain étirage dont le degré est subordonné au rapport du nombre de dents des engrenages *o′* et *q′*. On peut donc aisément modifier l'étirage, suivant la nature des laines et le numéro à obtenir, en changeant l'un ou l'autre de ces pignons *o′* et *q′*.

Sur le bout de l'axe du second alimentaire *c′*, opposé à celui par lequel il est commandé, est fixé un petit pignon *r* (fig. 2) qui engrène avec la roue intermédiaire *s*, laquelle, à son tour, donne le mouvement au pignon *t*, monté à l'extrémité de l'axe *e′* des peignes *e*.

La même combinaison d'engrenages *r′ s′ t′* est répétée de l'autre côté de la machine, afin que le mouvement de rotation soit communiqué aux peignes bien parallèlement et sans torsion. L'axe des seconds cylindres alimentaires *c′* commande l'axe des premiers *c*, et porte à cet effet le pignon *u*, qui engrène avec la roue intermédiaire *v*, laquelle donne le mouvement au pignon *x*, fixé sur l'axe des premiers alimentaires *c*.

Le pignon *x* a une dent de plus que celui *u*, afin d'établir entre les deux cylindres *c* et *c′* une certaine tension de la mèche pour la préparer à l'étirage qu'elle va subir.

Sur l'axe des cylindres étireurs *d* est fixé un pignon *j* (fig. 2) donnant le mouvement à la roue intermédiaire *k*, qui le transmet au pignon *l* monté à l'extrémité des rouleaux d'appel D. Le pignon *l* a une dent de moins que celui *j*, afin que, les rouleaux d'appel développant un peu plus de longueur que les cylindres étireurs, il se produise une légère tension de la mèche.

Le mouvement est transmis aux rouleaux de cannelles J par l'axe des rouleaux d'appel D, muni à cet effet d'une roue dentée *m*, qui commande, par l'intermédiaire de la roue *m′*, la roue *y* fixée sur l'axe desdits rouleaux. Cette roue *y* est retenue prisonnière à l'intérieur du support *y′*,

pour l'empêcher de se déplacer pendant le mouvement de va-et-vient des rouleaux de cannelles; une longue rainure pratiquée sur l'arbre de ces rouleaux permet à la roue *y* d'être toujours calée, quelle que soit la position qu'elle occupe.

Va-et-vient des rouleaux d'appel. — Comme nous l'avons vu plus haut, les rouleaux d'appel J et leurs supports sont fixés sur une traverse en fonte L, qui repose sur deux galets M, lesquels tournent librement sur deux axes en fer fixés sur deux consoles *a'* venues de fonte avec le bâti A.

L'ensemble de ces rouleaux et de la traverse forme une sorte de chariot qui est animé d'un mouvement de va-et-vient, afin que les mèches s'enroulent en hélice allongée sur les busettes. Ce mouvement de va-et-vient est produit de la manière suivante : sur l'arbre moteur N est fixée une roue d'angle Q engrenant avec une roue R, qui est calée sur un axe mobile dans une douille en fonte R' fixée au porte-système B'. L'axe de la roue R porte à son extrémité antérieure un petit pignon droit *z*, qui engrène avec une crémaillère continue S à denture intérieure. Les fig. 6, 7 et 8 montrent cette crémaillère en détail, à une plus grande échelle, vue de face en coupe transversale et en section horizontale. Des équerres S', fixées sur la traverse L, soutiennent la crémaillère et sont pourvues de coulisses assez grandes pour lui laisser le jeu nécessaire à son déplacement dans le sens vertical, afin que le pignon *z* puisse toujours engrener avec elle, tantôt avec la partie supérieure dentée, tantôt avec celle inférieure. Une petite traverse en fer T, fixée à la crémaillère, lui sert de guide pendant son déplacement, au moyen d'un petit goujon *z'* qui forme le prolongement de l'arbre du pignon *z*, en dehors de ce dernier. Par ce moyen, les dents des deux crémaillères restent parfaitement engrenées avec celles du pignon *z*, soit en dessus, soit en dessous.

Ainsi, dans ce dernier cas, lorsque, arrivé à fin de course, le pignon doit passer dans la partie courbe de la crémaillère, le goujon *z'*, pour se placer sur la traverse T, passe par l'échancrure z^2 (fig. 7), oblige la crémaillère à s'abaisser, et le mouvement continue en sens inverse jusqu'à l'autre extrémité, où une seconde échancrure de la traverse permet au pignon d'engrener de nouveau avec la denture inférieure, pour recommencer cette même série de mouvements jusqu'à l'arrêt de la machine.

Rotation des entonnoirs. — Pour donner une certaine consistance aux rubans défeutrés, on les fait passer, comme nous l'avons vu plus haut, dans les entonnoirs C, animés d'un mouvement rotatif qui leur est transmis par la grande poulie à gorge U, fixée sur l'arbre du pignon *z*; dans la gorge de cette poulie est engagée une corde qui passe également sur les deux noix *u'* (fig. 10), fondues avec les entonnoirs C, lesquelles subissent ainsi l'action de la poulie V et communiquent à la mèche une torsion peu considérable, qui est cependant suffisante pour lui donner de la consistance et lui permettre par suite de se dérouler avec plus de facilité de dessus les bobines.

La formation des mèches en bobines est préférable aux simples rubans qui se répandent dans des pots en fer blanc, parce que ceux-ci sont plus encombrants et d'un entretien assez coûteux, tandis que les rubans en bobines sont plus faciles à transporter, peuvent se ranger facilement dans des paniers, et tiennent moins de place dans les ateliers, où l'espace, généralement restreint, est très-précieux.

MARCHE DU DÉFEUTREUR. — Les rubans enroulés en grosses bobines, sortant de la lisseuse, sont placés derrière le défeutreur sur un porte-bobines disposé à cet effet. Les bouts des rubans sont engagés dans les entonnoirs de forme rectangulaire C^2, dits *guide-mèches*, fixés sur une traverse en bois qui repose sur les supports des premiers alimentaires. Le ruban est d'abord introduit entre le premier alimentaire *c* et son cylindre de pression E, et ensuite entre le second *c'* et le presseur E'; par suite de la petite différence de vitesse des deux cylindres *c* et *c'*, le ruban, comme il a déjà été dit, subit une légère tension qui a pour but de le préparer à l'étirage qui va suivre, en redressant un peu les filaments. Dans cet état, la mèche passe sur le peigne *e*, dont les dents redressent complétement les filaments et les divisent, afin que l'étirage, qui a lieu entre le deuxième alimentaire et le cylindre étireur *d*, puisse s'effectuer convenablement, le peigne ne servant qu'à défeutrer, redresser et aligner les filaments.

Les rouleaux d'appel D et D', entre lesquels la mèche passe en sortant des étireurs, délivrent la laine aux entonnoirs C, où elle est légèrement tordue pour s'enrouler enfin sous forme de cannelles ou de bobines V, lesquelles servent à alimenter le défeutreur à deux étirages qui vient ensuite.

CALCUL DE L'ÉTIRAGE. — L'étirage, dans ces sortes de machines, ne varie pour ainsi dire jamais; les produits obtenus ne sont véritablement classés que sur les machines qui suivent.

Pour calculer l'étirage, il suffit de chercher le développement des cylindres alimentaires et celui des cylindres étireurs pendant la même unité de temps : le quotient donne l'étirage.

Dans cette machine, le diamètre du cylindre étireur *d* étant de 55 millimètres, sa circonférence est de

$$55 \times 3{,}1416 = 172{,}788.$$

Le second alimentaire *c'*, dont le diamètre est de 42 millimètres, a pour circonférence

$$42 \times 3{,}1416 = 131{,}9472.$$

Le cylindre étireur commande, comme nous l'avons vu, le cylindre alimentaire au moyen du pignon *o'*, de 50 dents, monté sur son axe et engrenant par l'intermédiaire *q* avec la roue *q'*, de 90 dents, fixée sur l'axe du second alimentaire. Le rapport entre le nombre de tours du cylindre étireur et celui du cylindre alimentaire est donc :: 90 : 50.

C'est-à-dire que le cylindre étireur fait 9 tours pendant que le cylindre alimentaire n'en fait que 5. Ce qui donne en résumé, pour le développement du cylindre étireur :

$$172{,}788 \times 9 = 1555{,}092,$$

et pour celui du cylindre alimentaire

$$131{,}9472 \times 5 = 659{,}7360.$$

Le rapport entre le développement de chacun des cylindres donne dans ce cas pour l'étirage :

$$\frac{1555{,}092}{659{,}7360} = 2{,}35.$$

La vitesse communiquée à l'arbre moteur de cette machine est de 140 tours par minute. La production varie naturellement comme celle de toutes les machines de filature suivant le numéro du ruban. Pour donner un exemple, on peut compter sur 100 kilogrammes de laine destinée à faire des fils du n° 130, par journée de onze heures de travail effectif.

DÉFEUTREUR A DEUX ÉTIRAGES.

La fig. 11 représente en plan et en élévation la disposition des cylindres défeutreurs à deux étirages. Nous avons supprimé avec intention le bâti de la machine et ses engrenages, toutes ces pièces étant complétement semblables comme forme, agencement et transmission de mouvements, au premier défeutreur que nous venons de décrire.

Cette machine est garnie des mêmes cylindres alimentaires c', des mêmes peignes e et cylindres étireurs d que la première. La seule différence consiste dans l'addition d'une seconde tête de défeutreur à une seule lame mise en avant des cylindres étireurs d. Cette seconde tête se compose de cylindres alimentaires c^3 et c^4, d'un peigne e^3 et d'un cylindre étireur d^2.

Sur le second peigne viennent se réunir les deux rubans sortis des deux lames de la première tête. L'alimentation du second défeutreur à deux étirages se fait au moyen de six rubans provenant du second passage du premier défeutreur; ils sont répartis par trois sur chacune des lames de la première tête, et se réunissent ensuite sur le second peigne, à la sortie duquel ils ne forment plus qu'un seul ruban.

Le mouvement est transmis de la première tête à la deuxième au moyen d'un engrenage placé sur l'axe du cylindre étireur d, lequel engrène par une roue intermédiaire, avec une roue dentée montée sur le cylindre alimentaire d^2.

L'étirage total du second défeutreur est ordinairement de 7,70. Il peut arriver que, suivant les différentes natures de laine, on soit obligé de modifier la marche de la deuxième tête par rapport à la première, c'est-à-dire de donner plus ou moins de tension, ce que l'on obtient en changeant l'un des deux engrenages qui relient ces deux têtes entre elles.

DESCRIPTION DU DÉFEUTREUR-RÉUNISSEUR A 8 LAMES ET A 2 ÉTIRAGES SUCCESSIFS,

REPRÉSENTÉ PL. 35.

Les rubans défeutrés sortant du défeutreur à 3 lames et à 2 étirages, que nous venons de décrire, sont placés derrière le défeutreur-réunisseur, qui a pour but, comme son nom l'indique, de réunir ensemble un certain nombre de rubans pour n'en former qu'un à la sortie. C'est ainsi que sur cette machine, six rubans, placés deux par deux sur chaque cylindre alimentaire, se réunissent en un seul à la sortie.

La machine est composée de 2 têtes dont la première comprend 6 lames et la seconde 2. La moitié de la machine exécute un premier passage qui alimente l'autre moitié, ce qui constitue un second passage.

Comme on peut le remarquer sur la pl. 35, les différentes pièces qui composent l'ensemble du système sont plus faibles que celles du premier défeutreur, par cette raison que la quantité de laine qui est soumise à la fois à son action est moins grande. Aussi l'examen des diverses machines de préparation fait reconnaître qu'il y a une décroissance progressive dans les diamètres des cylindres et principalement ceux des peignes, tandis que le nombre de ces derniers augmente; ainsi le premier défeutreur n'a que deux peignes, tandis que le dernier bobinoir, celui qui alimente les métiers à filer, peut en avoir pour les numéros fins jusqu'à cinquante.

Comme cette machine est destinée à produire beaucoup, on a conservé les diamètres des cylindres cannelés assez forts; les peignes seuls sont plus faibles, les aiguilles plus fines et plus serrées que dans les machines précédentes.

Les rubans sortant du défeutreur-réunisseur sont aussi formés en bobines ou cannelles qui servent à alimenter la machine suivante appelée *réduit*.

La fig. 1 de la pl. 35 représente le défeutreur-réunisseur, vu latéralement, du côté opposé à la commande, pour montrer les différents engrenages qui donnent le mouvement aux cylindres.

La fig. 2 en est une section transversale faite suivant la ligne 1-2 du plan fig. 4.

La fig. 3 montre de face la tête de la machine, les rouleaux de cannelles enlevés par la section qui passe par la ligne 3-4 du plan.

La fig. 4 représente la machine complète en plan vu en dessus. Sur la moitié de droite de cette figure on a supprimé les cylindres de pression et les chapeaux pour laisser voir les cylindres cannelés.

On doit remarquer tout d'abord, à l'examen de ces figures, que les organes sont bien, comme nous l'avons dit, en tout semblables au défeu-

treur simple, précédemment décrit. Ce n'est que par leur plus grand développement et par leur agencement sur le bâti qu'ils offrent des différences un peu sensibles (1).

Le bâti de ce réunisseur est composé de deux flasques verticales très-légères en fonte A, reliées par les entretoises A′ (fig. 2) et les trois traverses ou porte-systèmes B, B′ et B²; sur ceux B et B′ sont fixés les supports *b* des cylindres cannelés et des peignes, et celui B² reçoit les deux supports C′ des deux entonnoirs C.

Les cylindres alimentaires *c* et *c′* tournent dans des chevalets *a* fixés sur les supports *b;* ces chevalets sont garnis de coussinets en bronze et peuvent être déplacés aisément dans une coulisse sur les supports *b*, afin de pouvoir, au besoin, les rapprocher ou les éloigner des peignes *e*. Ces derniers sont montés sur les axes *e′* dont les extrémités tournent dans des paliers à chapeaux *b′*, venus de fonte avec les supports *b*. Les cylindres étireurs *d* et les rouleaux d'appel D et D′ sont supportés de la même manière que les cylindres alimentaires.

La construction des peignes est en tout semblable à celui du défeutreur simple, représenté en détail par la fig. 5 de la pl. 34, si ce n'est que dans le réunisseur ils sont, comme il est dit plus haut, d'un plus petit diamètre et d'une largeur moins considérable.

Les cylindres alimentaires sont, comme dans la machine précédente, surmontés des cylindres de pression en fonte polie E et E′, calés sur des axes en fer qui tournent librement sur les coussinets des chevalets *a*. Les cylindres étireurs ont aussi des cylindres de pression F en bois, garnis de drap et recouverts de parchemin.

Les cylindres de pression E et E′ étant en fonte, leur poids se trouve assez considérable pour dispenser d'y ajouter; mais les cylindres de pression F des étireurs *d′* étant en bois, et par conséquent d'un faible poids, on augmente la pression assez forte qu'ils doivent exercer, par l'addition sur chacun d'un contre-poids I, suspendu au bout de la tige en fer méplat H, recourbée à son extrémité supérieure pour s'appuyer directement sur l'arbre *g* auquel sont fixés les cylindres F. La pression se faisant directement sur les cylindres, sans l'intermédiaire de levier, comme dans la première machine, il est nécessaire, lorsque la nature de la laine demande une pression plus ou moins forte, d'augmenter ou de diminuer la valeur du contre-poids I.

Les cylindres F sont surmontés de leurs chapeaux en bois G, garnis de brosses destinées, comme nous l'avons dit, à enlever les duvets qu'entraînent les cylindres de pression.

(1) Pour éviter, autant que possible, les répétitions, nous passerons légèrement sur la description des pièces semblables aux deux machines; nous avons eu le soin, du reste, de mettre les mêmes lettres à ces mêmes pièces, afin de faciliter l'étude et que les deux descriptions puissent se compléter l'une par l'autre.

L'axe j des rouleaux de cannelles J tourne dans des supports en fonte K fixés sur la longue traverse L, qui repose sur deux galets M. Sur les rouleaux J sont posées les busettes en bois sur lesquelles doivent s'enrouler les rubans. La traverse L, comme tout ce qu'elle porte, est animée d'un mouvement de va-et-vient qui lui est communiqué par la crémaillère continue S, disposée exactement comme dans le premier défeutreur.

Transmission de mouvement des différentes parties de la machine. — L'arbre moteur N, qui tourne dans des coussinets faisant corps avec le bâti, porte en dehors de celui-ci deux poulies P et P', dont l'une est fixe et reçoit son mouvement de l'arbre de couche de l'usine, et l'autre folle pour l'interrompre à volonté. A cet effet, une fourchette de débrayage p', qui embrasse la courroie motrice, permet de la faire passer de l'une à l'autre poulie au moyen de la longue tringle p^2, qui règne sur toute la largeur du bâti, de telle sorte que l'on peut débrayer des deux côtés en agissant sur les boutons dont les extrémités de cette tringle sont garnies.

Sur l'arbre moteur N est fixée, près du volant régulateur T, une roue O engrenant avec la roue intermédiaire O', fixée sur un support boulonné au bâti. La roue O', à son tour, engrène avec la roue o' fixée sur l'axe des cylindres étireurs d de la première tête. Le mouvement est renvoyé au second alimentaire c' par le pignon o', fixé à l'autre extrémité du cylindre étireur, et engrenant, au moyen de la roue intermédiaire q, avec le pignon q'.

Le second alimentaire c' commande de son côté le premier alimentaire c, au moyen d'un pignon u (fig. 4) engrenant avec la roue intermédiaire v, qui actionne le pignon x.

Les peignes e de la première tête sont aussi commandés par les cylindres alimentaires c', au moyen des pignons r, de la roue intermédiaire s et de celle t; la même commande se répète pour assurer la régularité du mouvement à chaque extrémité de l'axe des peignes, de même que sur le défeutreur simple décrit précédemment.

Les cylindres étireurs de la deuxième tête sont commandés par la roue droite V, de 100 dents, calée sur l'arbre moteur, près des poulies de commande. Cette roue engrène avec une roue semblable V' qui donne le mouvement à celle x', du même nombre de dents, fixée sur l'axe du cylindre alimentaire de la seconde tête. Ces derniers actionnent les cylindres étireurs par la roue s', de 105 dents, et le pignon t', de 39 dents, fixés sur leurs axes respectifs.

Les cylindres étireurs commandent à leur tour les rouleaux d'appel D et D', au moyen des pignons j, de 70 dents, et l', de 87 dents; et les rouleaux d'appel donnent le mouvement aux rouleaux de cannelles J par les petites roues m, de 80 dents, et y, de 82 dents. Les peignes de la seconde tête reçoivent le mouvement des cylindres alimentaires comme ceux de la première tête ; la commande a lieu aux deux extrémités au moyen d'une double paire de pignons h' et i'.

VA-ET-VIENT DES ROULEAUX DE CANNELLES ET ROTATION DES ENTONNOIRS. — Vers le milieu de l'arbre moteur est calée la roue d'angle Q, qui engrène avec un pignon R fixé sur l'arbre horizontal R′, lequel est supporté par des paliers fixés sur les différentes traverses du bâti. L'extrémité antérieure de l'arbre est garnie d'un pignon *z*, de 20 dents (fig. 2), qui donne le mouvement à la crémaillère continue S, fonctionnant exactement de la même manière que celle du défeutreur à deux lames.

La roue *y*, prisonnière dans son support *y′*, permet facilement le déplacement de l'arbre *j* des cannelles sans se déplacer elle-même.

Sur l'arbre intermédiaire R′ est encore fixée la poulie à gorge U qui donne le mouvement de rotation aux entonnoirs C, par l'intermédiaire d'une corde qui embrasse cette poulie et en même temps les deux petites poulies ou noix *u′*, venues de fonte avec les entonnoirs. La légère torsion qu'il est nécessaire d'imprimer aux rubans est obtenue en faisant passer chaque ruban dans deux trous pratiqués sur le côté du tube de l'entonnoir correspondant, comme l'indique la fig. 10 de la pl. 34.

DIMENSIONS PRINCIPALES ET CALCUL DE L'ÉTIRAGE DU DÉFEUTREUR-RÉUNISSEUR. — Les dimensions des parties travaillantes du défeutreur-réunisseur, sont :

Diamètre des cylindres étireurs *d*, 1re tête	0m062
Diamètre des cylindres étireurs *d′*, 2e tête.	0 062
Diamètre des cylindres alimentaires *c* et *c′*, 1re tête .	0 047
Diamètre des cylindres alimentaires c^2, 2e tête. . . .	0 062
Diamètre des peignes *e*, au fond des aiguillles, 1re tête.	0 094
Diamètre des peignes e^3, au fond des aiguilles, 2e tête.	0 080
Diamètre des rouleaux d'appel *D* et D′	0 078
Diamètre des rouleaux de cannelles *J*.	0 080
Course du va-et-vient.	0 400
Nombre de tours de l'arbre moteur.	100 tours.
Diamètre de la poulie motrice *P*.	0m300

ÉTIRAGE DE LA PREMIÈRE TÊTE. — Pour trouver cet étirage, cherchons, comme pour le défeutreur simple, le développement du cylindre alimentaire et celui du cylindre étireur pendant la même unité de temps.

Le diamètre du cylindre alimentaire étant de 47 millimètres, sa circonférence est de

$$47 \times 3,1416 = 147,6552.$$

Celle du cylindre étireur, son diamètre étant de 62 millimètres, est de

$$62 \times 3,1416 = 194,7792.$$

Le pignon *o′*, fixé sur le cylindre étireur et qui transmet le mouvement au cylindre alimentaire, a 39 dents. La roue *q′*, qui reçoit le mou-

vement, en a 90 ; les deux cylindres marchent donc à des vitesses qui sont entre elles comme 39 : 90 ; c'est-à-dire que le cylindre étireur fera 90 tours alors que le cylindre alimentaire n'en fera que 39 pendant le même temps. Par conséquent, le développement respectif des cylindres pendant ce temps est de :

$$194{,}7792 \times 90 = 17530{,}1280$$

pour le cylindre étireur, et de :

$$147{,}6552 \times 39 = 5758{,}5528$$

pour le cylindre alimentaire.

L'étirage sera alors donné par le quotient des deux produits :

$$\frac{17530{,}1280}{5758{,}5528} = 3{,}04$$

pour l'étirage de la première tête.

Pour la seconde tête, le cylindre alimentaire et le cylindre étireur ayant chacun 62 millimètres de diamètre, leur circonférence est donc égale ; elle est de :

$$62 \times 3{,}1416 = 194{,}7792.$$

L'axe de l'alimentaire est muni de la roue s', de 105 dents, qui engrène au moyen d'un intermédiaire avec le pignon t', de 39 dents, fixé sur l'axe du cylindre étireur ; la vitesse de ce dernier est donc à celle du cylindre alimentaire, comme 105 et à 39. Ce qui donne pour le développement respectif :

$$194{,}7792 \times 39 = 7596{,}3888$$

pour le cylindre alimentaire, et

$$194{,}7792 \times 105 = 2045{,}816$$

pour le cylindre étireur. Le quotient des deux produits est de :

$$\frac{20451{,}816}{7596{,}3888} = 2{,}69$$

qui donne l'étirage de la seconde tête.

L'étirage total produit par les deux têtes de la machine est alors de :

$$2{,}69 \times 3{,}04 = 8{,}17.$$

De sorte qu'un ruban de 1 mètre, par exemple, que l'on ferait passer par les deux têtes en sortirait avec une longueur de $8^{m}17$.

PRODUCTION DE LA MACHINE.

La production de cette machine varie, comme nous l'avons dit, au sujet du premier défeutreur, avec le *titre* ou le *numéro* du ruban. D'un autre côté les filateurs ne sont pas unanimes sur la désignation de ces numéros ou leurs valeurs relatives, aucune ordonnance ne réglementant la matière. Voici pourtant le mode de *titrage* ou de *guindage* le plus usité :

On est convenu d'appeler le fil par le numéro marqué à la romaine pour le poids d'une échevée ou *échée* formée d'une longueur de 710 mètres, mesurée sur un dévidoir de 1m42 de circonférence auquel on fait faire 500 tours.

Une échée de ruban du fil nº 1 doit peser 500 grammes; le nº 10 en pèsera donc 50 et le nº 100 5 grammes seulement. Ou, en d'autres termes, le nº 100 indique un fil dont 100 échées pèseront 500 grammes.

Partant de cette première donnée, il devient facile de déterminer sur échantillon le numéro des fils, soit que l'on opère sur une échée, soit sur une quantité moindre. Pour avoir le poids, par exemple, d'une échée de fil nº 80, on peut procéder ainsi par déduction, puisque, le nº 100 représentant 5 grammes, nous aurons alors

80 : 5 :: 100 : x, et x égale, dans ce cas, 6,25.

Une échée, ou 500 tours du dévidoir portant le nº 80, pèse donc 6gr25, qui, multipliés par 80, donnent 500 grammes.

Pour plus de promptitude et ne pas perdre de la préparation, on peut ne prendre que 20 tours, ou même 10 tours du dévidoir, soit la vingt-cinquième ou cinquantième partie d'une échée, en tenant compte de la proportion.

Supposons, comme exemple, que l'on ait à faire passer dans le défeutreur-réunisseur dont nous nous occupons, une préparation dont 10 tours du dévidoir d'échantillon pèsent à la romaine le nº 9,37 correspondant à 53gr. 36 (1). Voyons quelle sera la quantité de kilogrammes que produira la machine pendant une journée de 11 heures de travail effectif.

Il nous faut d'abord chercher le développement des rouleaux d'appel pendant ces 11 heures de travail, ce qui nous donnera la longueur du ruban qui aura passé dans les machines; puis, connaissant le poids de ce

(1) Pour avoir le poids d'un échantillon quelconque de préparation connaissant, son numéro, il suffit de diviser l'unité de l'échée par le numéro. Ainsi, dans ce cas, nous avons 500 : 9, 37 = 53, 36.

ruban pour une longueur donnée, il suffira d'une simple proportion pour déterminer le poids total.

La vitesse de l'arbre moteur est de 100 révolutions par minute ; il commande, ainsi que nous l'avons vu, par la roue V, de 100 dents, celle x', semblable à la première, et fixée sur l'axe du cylindre alimentaire de la seconde tête, lequel alors fait 100 tours comme l'arbre moteur.

Ce cylindre alimentaire donne le mouvement au cylindre étireur au moyen de la roue s', de 105 dents, montée sur son axe, et d'un pignon t', de 39 dents, fixé sur l'axe du cylindre étireur. La vitesse entre les deux cylindres suit donc la proportion :

$$100 : x :: 39 : 105 \text{ ou } x = 269 \text{ tours}$$

pour la vitesse du cylindre étireur.

Ce cylindre commande les rouleaux d'appel D et D′ par la roue j', de 70 dents, montée sur son axe, et la roue l, de 87 dents, montée sur l'axe du rouleau d'appel inférieur ; d'où la proportion :

$$269 : x : 87 : 70 \text{ et } x = 216 \text{ tours}$$

par minute pour la vitesse des rouleaux d'appel.

Le diamètre de ces rouleaux étant de 78 millimètres, leur circonfé-férence est de

$$78 \times 3{,}1416 = 245{,}0448$$

et leur développement par minute de

$$245{,}0448 \times 216 = 52^{m}928.$$

Et, pour 11 heures de travail ou 660 minutes, un développement total de

$$52{,}968 \times 660 = 34959^{m}302.$$

Partant maintenant de notre hypothèse, que 10 tours de dévidoir, ou $14^{m}20$ de ruban, pèsent $53^{gr}36$, nous aurons la proportion :

$$34959{,}302 : x :: 14{,}20 : 53{,}36,$$

ce qui donne pour résultat définitif $131^{k}318$ de production journalière, production, qui, restant toujours la même, comme longueur débitée de ruban, si les rapports de vitesse des cylindres d'appel ne sont pas changés, varie en poids, suivant les différents numéros qui passent dans la machine, et qui est d'autant moins considérable que le numéro de la préparation est plus élevé ou plus fin.

APPLICATION

DE LA

FORCE DES MOTEURS ANIMÉS

CONSTRUCTION DES MANÉGES FIXES ET PORTATIFS

DE DIVERS SYSTÈMES

(PLANCHES 36 ET 37)

On désigne sous le nom de *manège* ce mécanisme, d'un emploi si ancien, à l'aide duquel on utilise la puissance d'un moteur animé : cheval, bœuf ou âne, qui agit en se déplaçant lui-même et en effectuant sur un plan horizontal un chemin circulaire continu. Un manége est donc un récepteur de force, disponible comme celle développée par une chute d'eau sur une roue hydraulique, et qu'il ne faut pas confondre avec des appareils, tels que le *cabestan* dans lequel l'action motrice suit bien le même mode, mais où elle est limitée au travail même du cabestan qui n'est qu'un outil, et non un moteur, et peut au contraire recevoir la commande d'un moteur d'une espèce quelconque (1).

(1) Dans quelques contrées, comme en Russie, on emploie, pour faire marcher des machines à blé, un genre de manége qui est à peine connu ici ; c'est une sorte de plateau circulaire oblique dont le centre est traversé par un axe qui lui est perpendiculaire, et qui, par conséquent, est aussi incliné à l'horizon. Les bords de ce grand plateau sont garnis de tasseaux disposés suivant des rayons, et sur lesquels le cheval chargé de le faire tourner est placé dans une direction tangentielle et tend à appuyer les pieds, en cherchant à marcher en avant, pendant qu'il est retenu en arrière à un point fixe.

On a également fait usage d'un système qui permet d'appliquer, jusqu'à un certain point le poids de l'animal. Ce système consiste en une sorte de grand tambour vertical, dans l'intérieur duquel sont attachés des barreaux parallèles aux génératrices du cylindre. Que l'on se figure la cage de l'écureuil qui, comme on sait, est presque constamment en mouvement. L'animal, logé dans cet intérieur cylindrique, cherche à grimper

Défini sous un point de vue purement théorique, le manége, comme tous les récepteurs de force motrice qui donnent un mouvement circulaire continu immédiat, est, en principe, *un levier qui agit en tournant circulairement d'un mouvement continu autour de son point d'appui*. Mais son caractère propre réside dans l'horizontalité de ce mouvement.

Ce principe admis, les manéges ont présenté et présentent encore la plus grande variété dans leurs dispositions. Suivant la plus simple réalisation du principe, un manége n'est composé que d'un levier fixé à l'organe à mettre en mouvement, une meule à grain, par exemple, avec l'animal attelé à l'extrémité et ne fournissant que la seule vitesse rotative suivant laquelle il tourne lui-même ; puis, désirant obtenir plus de vitesse, on est arrivé à se servir d'une paire d'engrenages et de deux axes différents pour le manége et pour l'organe commandé ; enfin, au lieu que le manége fasse en quelque sorte partie du mécanisme qu'il dessert et du bâtiment où l'ensemble se trouvait établi, il est devenu un appareil mobile, applicable en divers endroits, transportable en un mot, et renfermant néanmoins, dans son ensemble amovible, tous les organes voulus pour transformer de suite la lenteur du moteur animé en ces énormes vitesses rotatives réclamées par la plupart des appareils à mettre en mouvement.

Tel est l'ordre d'idées que nous adoptons pour étudier la construction des manéges : suivre les transformations qu'ils ont subies pour procurer immédiatement des vitesses rotatives de plus en plus considérables, en diminuant cependant les dimensions des organes de transmission rendus en même temps plus nombreux, afin de diminuer l'encombrement de l'ensemble jusqu'au point de le rendre transportable ; modifier la direction des mouvements de façon à placer l'axe *de sortie* sur lequel se recueille la force, tantôt vertical ou horizontal, tantôt sur le sol ou en l'air, etc., etc.

Les manéges sont surtout d'un emploi très-utile dans les fermes, dans les travaux agricoles, et sont par cela même construits souvent par des mécaniciens spéciaux qui exécutent des instruments, des outils destinés à l'agriculture. Sous ce rapport, il nous a paru intéressant de faire bien connaître ce système de moteur, et les modifications qu'il est susceptible de recevoir, selon les applications spéciales que l'on veut en faire. Nous croyons qu'à ce point de vue une telle publication pourra être de quelque intérêt pour les constructeurs qui sont appelés à établir

sur les barreaux, et comme il est toujours forcé de rester à la partie inférieure, il fait tourner le tambour et l'arbre avec lequel il est solidaire.

Ce système a une certaine analogie avec les grandes roues à chevilles que l'on voit encore employées à l'ouverture de certaines carrières de pierres, pour faire tourner un treuil horizontal, et qui fonctionnent ainsi par le poids des hommes qui s'y appliquent à la fois des mains et des pieds.

Nous n'avons pas à examiner ces appareils dans l'étude des manéges à leviers proprement dits, que nous donnons ici, parce qu'ils sortent entièrement de notre sujet.

de ces machines, comme pour les personnes qui sont susceptibles d'en faire usage.

Les pl. 36 et 37 représentent une série des principales dispositions modernes qui réalisent la plupart de ces conditions diverses; ils se partagent du reste en deux genres principaux : les manéges *fixes* et les manéges *transportables*. Mais nous dirons préalablement quelques mots des dispositions plus simples qui ont précédé celles-ci et forment le point de départ général de leur famille entière.

MANÉGES FIXES.

MANÉGE A ACTION DIRECTE.

Le manége le plus simple que l'on puisse imaginer consiste dans un axe vertical traversé par une flèche horizontale pour y atteler les animaux moteurs, et actionnant, sans aucun intermédiaire, l'appareil à faire mouvoir. On peut citer, comme exemple encore existant de cette disposition tout à fait primordiale, le manége des *maraîchers*, dont on fait usage dans les champs pour élever l'eau d'un puits; c'est cependant plutôt un *treuil* à *cheval* qu'un manége, puisque l'action n'en peut être *continue;* mais l'usage lui a depuis longtemps décerné cette dénomination, et le citer suffit pour faire comprendre ce que nous entendons par *manége à action directe.*

Cette disposition, qui est en effet peu employée, doit nous servir ici pour établir clairement les bases sur lesquelles on s'appuie pour des mécanismes plus compliqués.

La flèche d'attelage dont nous venons de parler, et qui constitue, dans son acception la plus directe et la plus simple, ce *levier tournant autour de son point d'appui*, forme ordinairement deux bras égaux diamétralement opposés, de façon à employer deux chevaux à la fois (admettons cet animal, quoique un autre puisse être appliqué); il pourrait aussi se trouver trois flèches simples pour autant de chevaux, ou deux flèches doubles pour quatre; enfin, le système de levier se prêtant à la multiplication, on en peut imaginer autant que l'on voudrait, dans les limites possibles, additionner la puissance de plusieurs chevaux. Mais comme les fonctions de chacun de ces animaux sont identiques en principe, et, sauf les variations inévitables de la nature, nous rapporterons d'abord les conditions de travail à un seul.

Un être animé dont on veut utiliser la force musculaire est loin de fournir des quantités de travail égales dans toutes les circonstances différentes de cet emploi; sa respiration s'oppose à de grandes vitesses longtemps soutenues; l'élasticité de ses muscles ne lui permet qu'un grand effort de peu de durée sans fatigue, effort de toute façon limité; enfin, que sa force se traduise par un grand effort ou par une grande

vitesse, n'en survient pas moins le temps du repos absolu qui limite, d'une manière générale, la quantité d'action qu'on lui fait produire dans un temps donné.

Il ne suffit donc pas, pour appliquer un cheval à un travail à effectuer, de considérer sa puissance au point de vue d'une certaine somme que nous appellerons *kilogrammétrique,* qui lui est attribuée ; mais on doit, au contraire, décomposer cette somme ou ce produit en deux facteurs, *effort* et *vitesse,* qui conviennent à son organisation ; il faut, en un mot, choisir les termes, qui, multipliés l'un par l'autre et par la *durée de l'action,* donnent *journalièrement* le plus grand produit possible.

Les expériences rapportées par les auteurs les plus distingués, tels que MM. Christian, Poncelet, Morin, etc., établissent qu'un cheval de force moyenne peut développer, attelé à un manége, une puissance d'environ 40 kilogrammètres par seconde, en limitant l'effort direct qu'il doit exercer à 45 kilogrammes, sa vitesse ou son pas à 90 centimètres par seconde, et en ne lui demandant qu'un travail effectif de 8 heures par jour, par période de 2 à 3 heures coupées par des repos équivalents.

Dans ces conditions, déterminées au point de vue de la conservation de l'organisme de l'animal, la somme de travail journalier égale :

$$45^k \times 0^m 90 \times 8^h \times 3600^k = 1166400 \text{ kilogrammètres,}$$

soit par seconde :

$$\frac{1166400}{8 \times 3600} = 40{,}5 \text{ kilogrammètres.}$$

Il reste bien entendu que cette quantité de travail est celle qu'il peut développer avec continuité, et qu'il serait capable de fournir bien davantage, mais seulement pendant un temps très-court, ce qui ne répondrait, en somme, qu'à un rendement total inférieur. Ainsi, on pourrait bien faire exercer au cheval un effort de 100 kilogrammes, par exemple, en réglant son pas à 40 centimètres par seconde, ce qui revient à 40 kilogrammètres, ou, au contraire, le faire marcher à raison de $1^m 80$, et ne lui faire surmonter qu'un effort de 22 à 23 kilogrammes, ce qui répond encore au même produit kilogrammétrique ; mais dans les deux cas la fatigue ou l'essoufflement arriveront plus tôt, et la durée du travail étant moindre, la somme le serait également, ce qui tend à prouver, en résumé, qu'il existe pour les moteurs animés *des conditions d'effort et de vitesse correspondant au maximum d'effet.*

On a dressé, en définitive, le tableau suivant de ces conditions d'emploi pour les quatre espèces d'animaux que l'on est susceptible, dans nos pays, d'atteler aux manéges :

TRAVAIL DES ANIMAUX EMPLOYÉS AUX MANÉGES.

ESPÈCE ET ALLURE.	EFFORT moyen en poids.	VITESSE par seconde.	DURÉE du travail journalier.	QUANTITÉ de travail journalier.
	kilog.	mètres.	heures.	kilogrammètres.
Un cheval allant au pas....................	45	0,90	8	1166400
— allant au trot....................	30	2,00	4,5	972000
Un bœuf allant au pas....................	65	0,60	8	1123200
Un mulet allant au pas....................	30	0,90	8	777600
Un âne allant au pas....................	14	0,80	8	334080

Nous avons enfin, pour base, que le cheval attelé au manége doit posséder une allure d'environ 80 centimètres par seconde pour fournir la plus grande somme de travail possible, comme le bœuf ne devrait en faire que 60, etc.

Connaissant maintenant la vitesse circonférentielle des flèches d'attelage, la vitesse rotative de l'axe s'en déduira naturellement, si le rayon est ensuite déterminé. Ce rayon n'est pas indifférent, car en assujettissant l'animal à se déplacer circulairement, il ne faut pas que son corps soit soumis à des changements de direction trop brusques, ce qui gênerait encore son allure, amènerait un accroissement de fatigue et une réduction du travail total. Il est évident que le *coup de collier* est naturellement dirigé en ligne droite, tangentiellement au cercle décrit, et que la rigidité seule de l'attelage force l'animal à céder à cette direction en lui imposant pour cela une certaine dépense de force à retrancher sur celle qu'il peut fournir utilement. Indépendamment de la partie purement physiologique de la question, le système mécanique renferme une cause de déperdition de force dont il est bon de dire quelques mots.

On peut considérer le cheval attelé comme formant la base d'un triangle isocèle dont l'un des côtés est la flèche et l'apothème une normale à l'effort transmis; par conséquent, cet *effort* n'étant pas perpendiculaire à la flèche, il donne naissance à deux composantes dont l'une est dirigée tangentiellement et *utile*, et l'autre, dirigée selon le rayon, ne déterminant qu'une pression sur l'axe, qui, loin d'être utilisable, donne lieu, au contraire, à une résistance passive.

Or, cet effet sera d'autant plus intense que l'angle, au sommet du triangle sera plus ouvert, c'est-à-dire que la flèche sera plus petite comparativement à la longueur de l'animal.

Christian conseillait de ne pas donner à la flèche moins de 6 mètres de rayon, ce qui aboutit à une vitesse rotative très-faible, et par la même raison à un effort de torsion considérable. Mais il faut noter qu'à l'époque où cet ingénieur écrivait (1817 à 1819) le manége était, beaucoup plus

qu'aujourd'hui, le moteur employé, et qu'on devait chercher à réunir toutes les conditions dans lesquelles il rend le plus grand effet utile possible ; le manége était d'ailleurs toujours complétement fixe, ce qui permettait de multiplier, par un très-grand engrenage, cette vitesse initiale, très-éloignée de toute application immédiate.

Mais actuellement le manége peut être remplacé dans presque toutes les applications par la machine à vapeur, et avec avantage ; s'il est encore néanmoins très-employé, c'est que, dans bien des exploitations rurales de moyenne importance, on possède des chevaux que l'on ne pourrait occuper constamment et que l'on utilise de cette façon, pour ainsi dire, sans augmentation de dépense. On préfère donc diminuer l'importance du manége en l'organisant de manière à ce qu'il puisse être, au besoin, transportable, et même, lorsqu'il est fixe, il est le plus souvent appliqué à un travail d'une durée annuelle très-limitée, autant de motifs qui conduisent à songer davantage à la commodité du service du récepteur qu'à la parfaite utilisation de la force motrice elle-même.

Au lieu de 6 mètres, on limite le rayon des flèches à 3 mètres ou $3^m 50$ environ, et avec cette réduction, qu'il ne faudrait pourtant pas exagérer, la vitesse rotative du premier axe égale, pour $3^m 50$:

$$\frac{0^m 90 \times 60''}{2 \pi \times 3,50} = 2^t 45\,,$$

soit environ $2^t 1/2$.

Avec 6 mètres, on ne trouve que :

$$\frac{0\,90 \times 60''}{2 \pi \times 6^m} = 1^t 43.$$

Il est évident que pour arriver de cette vitesse à quelques centaines de tours, souvent exigés par les appareils usités aujourd'hui en agriculture, il faudrait des organes intermédiaires volumineux ou nombreux ; et, enfin, l'installation entière du manége serait incommode et encombrante.

Nous engageons, néanmoins, les constructeurs à ne pas réduire le rayon des flèches à beaucoup moins que $3^m 50$ à 3 mètres, car à cette dimension, déjà, l'angle formé par la direction de l'effort et la tangente au cercle de mouvement est très-prononcé, ainsi que la pression sur l'axe. Nous admettrons donc, dans les développements qui suivent, une longueur minima de $3^m 50$ pour les flèches d'attelage.

Par conséquent, l'établissement de tout manége peut être basé sur les conditions suivantes :

Vitesse maxima du premier axe par minute . .	2,5 tours.
Effort transmis par cheval et pour une vitesse circonférentielle de $0^m 90$ par seconde	45 kilogr.

Le produit de ces deux quantités représentant le travail du moteur, on aura pour toute autre vitesse circonférentielle V d'une partie rotative quelconque du mécanisme, pour la pression p correspondante et pour un nombre de chevaux x :

$$\frac{x\,(0{,}90 \times 45)}{V} = p, \text{ et : } \frac{x\,(0{,}90 \times 45)}{p} = V,$$

soit, en effectuant :

$$p = \frac{40{,}5\,x}{V}, \text{ et : } V = \frac{40{,}5\,x}{p}.$$

Le manége à action directe, qui nous servait de point de départ pour ces bases, ne peut nous occuper davantage, quant à sa construction, puisqu'il ne comprend qu'un axe et sa flèche, simple ou multiple, suivant qu'on y applique un ou plusieurs chevaux. On comprend, d'ailleurs, d'après ce qui précède, que son emploi est très-restreint, puisqu'il ne peut fournir que cette faible vitesse de 2ᵗ 1/2 au maximum.

MANÉGE A DEUX TOURNANTS OU A SIMPLE HARNAIS.

Les manéges à double tournant, c'est-à-dire transmettant le mouvement de l'axe des flèches à un deuxième axe au moyen d'une paire d'engrenages, ont été, au contraire, très-employés et se rencontrent encore fréquemment aujourd'hui.

Anciennement, lorsque ces manéges étaient établis tout à fait à poste fixe, on montait souvent sur le premier axe, qui était fait d'une forte pièce de bois tournant sur un pivot en fer et maintenue par un tourillon semblable à sa partie supérieure, un énorme engrenage droit ou d'angle, dit *à alluchons,* et dont le rayon se trouvait presque égal à celui des flèches d'attelage; cette roue commandait un pignon ou *lanterne,* d'un faible diamètre, monté sur un axe parallèle ou perpendiculaire au premier et sur lequel on recueillait alors la puissance transmise. Mais ce dernier axe, lorsqu'il se trouvait vertical, tombant ordinairement à l'intérieur du cercle décrit par les flèches, on ne devait le faire descendre que jusqu'à la hauteur réservée pour le passage des animaux et l'appuyer sur une charpente assez élevée pour laisser encore ce passage libre.

Avec un pareil système d'établissement, il était tout à fait impossible de relier intimement toutes les parties du mécanisme, et il fallait presque un bâtiment entier pour le loger et lui trouver des points d'appui suffisamment solides. On pouvait, du reste, multiplier ainsi la vitesse assez sensiblement, car en donnant, par exemple, au premier engrenage un diamètre de 5 mètres et au pignon 0ᵐ40 ou 0ᵐ50, si les flèches ne faisaient même que 2 tours par minute, on en obtenait 25 ou 20 sur le deuxième axe.

Un constructeur a imaginé, assez récemment, de revenir à cette ancienne disposition en modifiant la construction de manière à pouvoir l'établir à l'extérieur d'un bâtiment, et d'utiliser d'une façon originale la grande dimension, autrement très-incommode, du premier engrenage moteur. Destinant le manége à être établi en plein air, il a agrandi le diamètre de cet engrenage jusqu'à ce qu'il dépassât les chevaux, et en a fait un toit couvert pour les protéger contre la pluie.

Sans nous arrêter sur cette application qui n'a que l'importance d'un cas particulier, il faut rappeler que l'on a construit de bons manéges fixes à double tournant, avec renvoi par roues d'angle en fonte et axes en fer. Ce caractère existe précisément dans le manége par lequel nous commençons la description des appareils modernes; mais avec cette différence essentielle que tout le mécanisme est placé *au-dessous* des flèches d'attelage et se trouve rassemblé sur une base unique ; nous allons montrer comment l'on est arrivé ainsi à réduire les proportions générales d'un manége et à faciliter singulièrement son installation.

MANÉGE EN FONTE A DEUX TOURNANTS. — TRANSMISSION AU-DESSOUS DES FLÈCHES. (Fig. 1, pl. 36.)

La fig. 1 de la pl. 36 représente, en coupe verticale, un manége fixe à deux tournants, construit par MM. Albaret et Ce (ancienne maison Duvoir, de Liancourt), et proportionné par trois chevaux.

L'ensemble de ce manége, qui n'a d'autre point d'appui que le sol, a pour base une plaque de fondation en fonte A présentant trois branches en rapport avec celles d'un support en arcade B, qui s'y rattache par des boulons et sert à guider l'axe central C portant le premier engrenage D, et l'armature en fonte E avec laquelle sont assemblées les trois flèches d'attelage F. L'une des branches de la plaque de fondation A se termine par un élargissement et une ouverture rectangulaire pour loger le pignon G, lequel est monté sur un arbre de couche H et entre deux paliers *a* fixés sur les côtés de l'ouverture ; c'est sur cet arbre, qui est prolongé à l'extérieur du manége d'une quantité suffisante pour atteindre l'appareil commandé et pour sortir de la voie des chevaux, que l'on fixe le premier organe de transmission, engrenage ou poulie.

Avant d'examiner plus en détail la construction de ce mécanisme, faisons remarquer qu'on l'installe de façon à ce que l'arbre de couche soit situé en contre-bas du sol qu'il traverse, dans une gargouille que l'on recouvre d'une planche afin de maintenir le terrain parcouru par les chevaux sans solution de continuité ; étant du reste construit pour rester fixe à demeure, on l'entoure d'une margelle ou parapet en maçonnerie formant une sorte de fosse circulaire peu profonde, et que l'on peut recouvrir complétement à l'aide d'un plateau en bois *b*, en plusieurs parties.

DÉTAILS DE CONSTRUCTION. — Cet appareil, par sa simplicité et les perfec-

tionnements par lesquels il se distingue néanmoins, laisse loin derrière lui les anciens manéges à deux tournants dont nous avons rappelé ci-dessus les caractères principaux; il est vrai qu'il ne procure qu'une faible vitesse sur le deuxième arbre, mais comme il est combiné en vue d'une fixité complète, on se réserve de multiplier la vitesse par des organes situés près de l'appareil à mettre en mouvement, ce qu'il est aisé de faire.

Nous devons maintenant entrer dans quelques explications sur certaines dispositions accessoires qui constituent cependant les améliorations importantes dont les récepteurs de ce genre ont été dotés.

Le système de renvoi par roue d'angle, dont l'emploi est évidemment indispensable pour passer du mouvement horizontal des chevaux à celui de l'axe H sur lequel on recueille la puissance développée, a pour inconvénient, malgré la solidité et la solidarité de tous les points d'attache, que la roue horizontale D peut osciller, si l'on ne la maintient pas spécialement, et s'échapper par instants des dents du pignon, ou tout au moins s'en dégrener partiellement. Or, comme, si cet effet avait lieu, il pourrait occasionner ou la rupture des dents ou faire que ces dents montassent les unes sur les autres, il faut l'éviter à tout prix.

Pour cela on laisse déborder un peu la couronne pleine de la denture, et en ayant tourné le revers, on monte dans le bâti B, et exactement en regard du pignon G, deux tiges à chapes portant des galets *c*, qui viennent appuyer sur le bord tourné de la couronne; ces tiges étant filetées et munies de deux écrous qui permettent d'en régler la position, on arrive ainsi facilement à empêcher le dégrènement, sans *forcer*, et en laissant néanmoins à la roue une certaine liberté de voilure, mais en tout autre point que celui de son action.

On peut remarquer encore que la denture de cette roue est renforcée d'une joue extérieure, ce qui permet de la faire plus fine, et forme un rebord qui contribue au maintien de l'engrènement.

Dans le même but de maintenir constamment la roue et son pignon parfaitement en rapport, les constructeurs ont appliqué à la crapaudine de l'arbre central une ingénieuse disposition qui mérite une mention particulière.

Cet arbre, qui est fortement chargé, tend à descendre continuellement, d'ailleurs comme tous les arbres verticaux, au fur et à mesure que se réduit, par l'usure, le grain d'acier sur lequel il repose. Pour parer à cet inconvénient, qui aurait pour résultat d'engager trop la denture de a roue dans celle du pignon, le gobelet *d* de la crapaudine repose, par sa collerette, sur les écrous de plusieurs vis *e* qui s'appuient simplement sur la plaque A, et qu'il suffit de faire tourner pour soulever l'ensemble de la crapaudine et de l'arbre, et ramener la roue à sa hauteur normale. Néanmoins cette crapaudine est facilement accessible pour le graissage, et l'arbre porte sur deux grains d'acier superposés et en forme de lentilles, de façon à pouvoir tourner aisément l'un sur l'autre si le graissage venait

à faire défaut dans un moment donné (voyez *Construction des pivots*, vol. XIe, pl. 18).

Dimensions et conditions de marche. — Comme nous le faisions remarquer en commençant, ce manége n'est pas établi pour produire, par ses organes immédiats, une grande vitesse rotative; les constructeurs ont voulu surtout en réduire les proportions et l'amener à une très-grande simplicité. Néanmoins, pour ne pas restreindre par trop cette vitesse, ils ont donné aux flèches d'attelage le plus petit rayon possible, et celles-ci ne possèdent en effet que 2m90 du centre de l'arbre au point d'articulation du palonnier, ce qui se réduit encore si l'on tient compte de la légère inclinaison qui leur est donnée pour arriver de l'extrémité de l'arbre au point où il est convenable que l'attelage ait lieu. Et c'est la combinaison qui permet aussi de restreindre le plus la hauteur du manége, car lorsqu'on attelle les chevaux en rattachant directement le collier aux flèches, il faut évidemment placer ces dernières beaucoup plus haut.

En nous appuyant sur les données générales qui précèdent, nous trouvons que la vitesse rotative du premier axe égale :

$$\frac{0^{m}90 \times 60''}{2\pi \times 2^{m}90} = 2^{t}.96.$$

C'est évidemment sur 3 tours que l'on doit compter.

Le diamètre de la grande roue est de $1^{m}46$ et celui du pignon de 0,275, d'où la vitesse du deuxième arbre égale :

$$3 \times \frac{1,460}{0,275} = 16 \text{ tours environ.}$$

Quant à l'intensité de l'effort transmis et devant servir de base aux proportions des pièces, il est aisé de s'en rendre compte.

L'effort transmis à la denture de l'engrenage est théoriquement égal à l'effort total exercé sur les trois flèches, multiplié par le rapport de leur rayon à celui de la grande roue : on comprend que les choses se passent comme s'il n'y avait qu'une seule flèche et que les trois chevaux se trouvassent appliqués au même point.

Cet effort théorique sur la denture est donc égal, à raison de 45 kil. par cheval, à :

$$45 \times 3 \times \frac{2,90}{0,73} = 536^{k}3.$$

Mais nous avons déjà essayé de faire comprendre que l'effort direct du cheval, ne pouvant s'exercer normalement à la flèche en son point d'attache, donnait lieu à deux composantes, l'une tangentielle et utile, et l'autre dirigée suivant le rayon, qui ne peut avoir pour effet qu'une pres-

sion sur l'axe, s'il n'existe qu'une seule flèche, ou une compression longitudinale de cette dernière, si elle a deux bras opposés pour deux chevaux, et que la composante tangentielle est d'autant plus faible que l'arc soutendu par la corde occupée par le cheval est plus grand.

On peut, d'après cela, évaluer approximativement la perte d'effet qui doit résulter des dimensions adoptées ici pour les flèches.

Le rayon du cercle décrit par l'articulation du palonnier, ayant 2m90, le cheval attelé n'occupe pas une étendue moindre de 2 mètres depuis ce même point jusqu'à ses jambes de devant, que nous considérons comme maintenues constamment sur le même cercle dont cette étendue figure la corde en question.

Il est facile de démontrer, par la composition des forces, que le rapport de l'effort utile à l'effort directement développé par le cheval, est égal à celui de l'apothème et de l'un des côtés du triangle isocèle formé par deux rayons du cercle et par cette corde de 2 mètres.

Par conséquent, ramenant à l'unité l'effort direct, et par conséquent le rayon qui le représente dans le rapport, on trouve pour ce rapport :

$$\sqrt{1 - \left(\frac{1^m}{2^m9}\right)^2} = 0{,}938.$$

La perte d'effet atteint donc, dans les conditions actuelles, environ 6 centièmes de l'effet total, lequel se réduit, sur la denture de la paire d'engrenage, à :

$$536{,}3 \times 0{,}938 = 503 \text{ kil.}$$

Il ne nous reste qu'à indiquer les proportions données par les constructeurs aux organes principaux pour répondre aux efforts transmis.

Diamètre minimum du premier axe.....	80 millim.
Diamètre des tourillons de l'arbre de couche..........................	45
Diamètre du pivot....................	50
Épaisseur moyenne des dents d'engrenage	16
Largeur .... —	95
Équarrissage maximum des flèches.....	120 sur 150.

MANÉGES FIXES A PLUSIEURS TOURNANTS. — TRANSMISSION AU-DESSOUS DES FLÈCHES. (Pl. 36.)

Il est remarquable que cette disposition si simple, qui vient d'être décrite, ne fournit, comme on l'a vu, qu'une faible vitesse immédiate, et que, si l'appareil commandé en exige une rapide, il faut faire usage d'un renvoi accélérateur et indépendant du manége lui-même.

Lorsque les machines agricoles commencèrent à se répandre, on s'aperçut bientôt que ces appareils, tels que les machines à battre le blé, qui fonctionnent à des vitesses de 300 à 500 tours par minute, ne pouvaient cependant porter avec eux tous les organes nécessaires pour multiplier la vitesse d'un moteur lent, et comme on voulait les rendre transportables, il fallait donc avoir recours à un renvoi indépendant, mobile comme la machine, ou dépendant du manége qui devait nécessairement se déplacer aussi. C'est ce dernier parti qui a été généralement adopté, c'est-à-dire que l'on s'est appliqué à construire des manéges capables de fournir immédiatement une vitesse assez grande pour obtenir plusieurs centaines de tours sur l'outil commandé en l'attaquant directement par un seul mouvement de courroie. Peu à peu, même, que le manége soit susceptible d'être déplacé ou établi à poste fixe, on a suivi la même méthode dans tous les cas, ce qui nous paraît rationnel, attendu que les organes multiplicateurs devant de toute façon exister, mieux vaut les relier au mécanisme principal que de leur chercher des points d'appui qui n'auraient aucune solidarité réelle avec le moteur ou avec l'appareil mis en mouvement.

Une infinité de dispositions ont été imaginées dans ce but; nous ne pouvons prétendre les décrire toutes, mais nous allons en faire connaître quelques types principaux. Ils présentent toutefois deux genres distincts que nous examinerons séparément, savoir : les manéges à renvois situés *au-dessous des flèches,* comme le précédent, et les manéges à *colonne centrale.*

Manége avec deux axes verticaux (fig. 2 à 5). — Ce manége est la reproduction modifiée d'une disposition appliquée par M. Duvoir pour commander des appareils d'agriculture, et principalement la machine à battre les céréales; son aspect général est le même que celui du manége qui vient d'être décrit et que les successeurs de ce regrettable mécanicien, MM. Albaret et Cᵉ, ont fait entrer depuis dans leurs habitudes de construction. Mais on y reconnaît de suite un renvoi de plus, qui multiplie notablement la vitesse de l'arbre de couche.

Nous avons donné au dessin de ce mécanisme toute l'importance nécessaire pour qu'il nous serve en même temps à expliquer l'installation complète d'un manége de ce genre, ainsi que le mode d'attelage des chevaux.

L'ensemble a pour base une plaque de fondation en fonte A dont tous les organes sont complétement solidaires. L'axe C des flèches F, reposant sur une crapaudine, est guidé à sa partie supérieure par une traverse à boitard B, qui est assemblée, par ses extrémités, avec deux pieds-droits en fonte, disposés pour s'encastrer exactement dans la margelle circulaire en maçonnerie qui entoure le manége. Cet arbre porte une grande roue droite D commandant un pignon G, dont l'axe repose, comme le premier, sur une crapaudine et s'y trouve maintenu vertical par un sup-

port en arcade H, également boulonné sur la plaque de fondation. Le même axe porte une roue d'angle I, qui engrène enfin avec le pignon J monté sur l'arbre de couche K, sur lequel on recueille le mouvement du manége.

On voit qu'il n'est guère possible d'imaginer une disposition plus simple pour obtenir une grande vitesse sans augmenter démesurément l'étendue générale de l'espace occupé par le mécanisme; il n'est pas non plus sans avantage que le premier moteur soit une roue droite, plutôt qu'une roue d'angle, dont la poussée oblique naturelle est nécessairement d'autant plus intense que l'effort transmis est plus grand.

Il nous faut maintenant faire connaitre dans quelle proportion la vitesse est multipliée.

Les engrenages et leurs axes sont représentés en détail et en coupe (fig. 4), afin d'en bien faire voir les dimensions.

La roue droite a 1^m50 de diamètre; le pignon qu'elle commande, 0^m15, soit le rapport de 10 à 1; la roue d'angle, 0^m60, et son pignon, 0^m15, soit le rapport 4. La première vitesse est ainsi multipliée par 40, et l'axe des flèches faisant 2^t5, l'arbre de couche en fait 100. Il est donc facile d'en obtenir plusieurs centaines pour l'axe de l'appareil commandé, à l'aide d'un renvoi direct par courroie.

Et, ce principe admis, rien n'empêcherait de donner à l'arbre de couche une vitesse plus grande encore en augmentant le diamètre de la roue d'angle I; l'ensemble du mécanisme n'en subirait qu'un léger accroissement d'étendue. Nous ne parlons pas de réduire les pignons, car nous pensons qu'on ne doit pas descendre, pour des efforts assez importants à transmettre, au-dessous de ce diamètre de 15 centimètres qui leur est attribué dans cet exemple; déjà pour le pignon droit, dont les dents ne peuvent avoir moins de 15 à 16 millimètres d'épaisseur, le nombre de dents engrenant à la fois en est faible et l'usure d'autant plus rapide.

En appliquant deux chevaux à ce manége, dont les flèches ont 3^m50 de rayon, et négligeant la déperdition par l'obliquité de la traction (p. 459), la pression sur la denture de la première paire d'engrenage égale :

$$45^k \times 2 \times \frac{3,50}{0,75} = 420 \text{ kil.}$$

Elle est, sur la denture d'angle, de:

$$420 \times \frac{0,15}{0,60} = 105 \text{ kil.}$$

Conformément aux règles en usage pour proportionner les engrenages (voir vol. IXe), les dents de la roue droite devraient avoir 18 millimètres d'épaisseur sur 108 de largeur; mais il est constaté pratiquement que ces dimensions peuvent être réduites pour une denture comme celle-ci dont la vitesse est très-faible, et qui ne fonctionne pas d'ailleurs avec la même

continuité que pour une transmission d'usine : on peut, sans danger, adopter 16 d'épaisseur et 95 de largeur.

Quant à la deuxième paire de roues, qui transmet beaucoup moins et avec une vitesse plus grande, on peut conserver les données de la règle qui fournit pour les dents 8 millimètres d'épaisseur moyenne et 60 de largeur.

Disons maintenant quelques mots de l'assemblage des flèches et du procédé d'attelage.

Le moyen indiqué (fig. 2 et 3), pour réunir les flèches avec l'arbre C, consiste à monter sur celui-ci une armature en fonte E qui présente un moyeu claveté et deux boites, dans lesquelles les deux flèches sont encastrées et retenues par des boulons. Ce procédé peut avoir pour inconvénient que, si le bois se resserre, il en résulte du jeu que l'on est obligé de détruire par des cales. M. Duvoir en avait employé un autre exempt de ce défaut, et que nous rappelons fig. 5.

La boite se trouvait remplacée par une pièce *a* en forme de losange, et qui était prise entre les deux flèches que des boulons *b* faisaient serrer l'une sur l'autre, avec toute l'énergie désirable ; cette méthode conduisait seulement à donner plus de hauteur à l'arbre central, car les deux flèches formant ensemble une ligne horizontale droite, on devait les élever à la hauteur de l'attelage que l'on atteint, par le système de la boite, en les inclinant un peu.

Le mode d'attelage appliqué ici, où les flèches sont plus basses que le collier des chevaux, est celui du palonnier et des traits. Cette disposition, qui permet de restreindre autant que possible la hauteur générale du manége et d'attaquer son axe central par son extrémité supérieure, a aussi l'avantage de conserver aux chevaux l'habitude de traction qu'ils contractent dans les travaux auxquels on les emploie en dehors du manége.

Mais cette liberté même d'allure qui leur est réservée, en ne les rattachant aux flèches que par des liens non rigides, serait en opposition avec la nécessité de leur faire suivre invariablement un chemin circulaire si l'on ne les y forçait, au contraire, et par un moyen très-simple : c'est de rattacher, par des courroies ou des cordes, la tête du cheval, ou son collier, par une perche L avec l'extrémité centrale de la flèche dans laquelle on a fixé d'avance un piton *c*. Sans que cet ensemble constitue un système rigide, absolument inflexible, le cheval se trouve insensiblement et constamment ramené à cette position de *corde* du cercle qu'il doit parcourir, dans les conditions mêmes où nous l'avons supposé en examinant son mode d'action.

L'attelage direct par le collier et la flèche ne peut avoir lieu qu'en élevant l'axe à une très-grande hauteur, comme cela se faisait pour les anciens manéges avec transmission au-dessus des chevaux ; chaque flèche est alors munie d'une arcade en bois ou en fer, qui embrasse le cou du

cheval et se rattache à son collier : pris ainsi par la partie antérieure de son corps, il suit forcément son cercle.

Remarquant que l'animal, étreint par ce système d'attache, en éprouve de la gêne et un excès de fatigue, M. Lorriot, constructeur d'appareils agricoles, a proposé d'élever la flèche seulement à la hauteur du poitrail, avec deux pièces latérales formant une fourche, dans laquelle le cheval s'engage ; l'attelage aurait lieu au moyen d'une corde dont les deux bouts se rattachent au collier et qui passe librement sur quatre poulies montées sur les trois côtés de la fourche.

De cette façon la partie postérieure du corps du cheval serait entièrement libre, et son avant-corps pourrait aussi s'incliner légèrement à droite et à gauche en tirant d'un côté ou de l'autre sur cette corde, qui cède en circulant sur ses quatre poulies.

Manége avec deux axes horizontaux (fig. 6 et 7). — Ces figures représentent un système de manége presque portatif, ou demi-fixe, qui est très-appliqué, particulièrement en Angleterre. On voit qu'il se distingue à la fois du précédent par la disposition de ses engrenages et par l'ensemble du montage.

Il est monté sur un châssis en charpente A, qui doit reposer à plat sur le terrain même où l'on opère, en le retenant seulement par des fiches enfoncées dans le sol ; le premier moteur est une roue d'angle D fondue avec les boîtes E, dans lesquelles viennent se fixer les flèches F ; cette roue commande un pignon G, dont l'axe H porte une roue droite I transmettant le mouvement au pignon J monté sur l'arbre de couche K, lequel est naturellement hors du centre du premier tournant.

Nous devons faire remarquer particulièrement le mode d'établissement de la roue d'angle, qui diffère complétement des deux systèmes précédents. L'arbre central est remplacé par une *borne* en fonte C, autour de laquelle la roue tourne librement et y repose sur un pivot fixe *b*, dont elle porte elle-même la crapaudine, et que l'on peut très-facilement graisser de la partie supérieure. Ce système d'emmanchement, dont nous rencontrerons de nouveaux exemples, est dans de bonnes conditions de fonctionnement ; mais il rend indispensable les deux galets *c* qui maintiennent la couronne engrenée.

Les axes du pignon et de la roue droite sont portés par des paliers ordinaires *a* et *a'*, fixés, comme toutes les autres parties du mécanisme, sur le châssis qui lui sert de base.

Il y a ici une observation à faire au sujet de l'arbre de couche K. Avec le manége précédent, établi tout à fait à poste fixe, cet arbre, pouvant être invariablement nivelé, correspond d'une seule pièce, et sans brisure, avec l'appareil actionné ; mais, à l'égard de ce dernier manége, qui est combiné pour se placer en différents lieux, il ne se trouve jamais en rapport suffisamment exact avec l'organe qu'il commande pour être établi de la même façon : son point d'arrivée, à l'opposé du manége, peut

d'ailleurs ne pas être situé à la même hauteur. On fait alors usage, dans ce cas, d'un axe intermédiaire relié au bout d'arbre qui porte le pignon J et à l'appareil commandé par des jointures brisées dites *de cardan*, qui permettent à cet intermédiaire de prendre un certain degré d'inclinaison, même variable en marche. Ayant à citer encore ce mode d'assemblage, à propos du manége suivant, nous n'insisterons pas davantage à cet égard, quant à présent.

Nous n'avons pas non plus à insister sur les proportions des engrenages, qui sont les mêmes que dans le précédent manége, et multiplient aussi la première vitesse par 40, soit 100 tours pour l'arbre K.

MANÉGE A COURONNE FIXE, SYSTÈME ANGLAIS (fig. 8 et 9). — Parmi les nombreux systèmes de manéges demi-fixes et à grande vitesse immédiate, nous n'en voyons pas de plus original que celui-ci, qui diffère complétement de principe avec les précédents, et est dû à des constructeurs anglais, MM. Barrett, Andrews et Exall; il ne nous paraît pas néanmoins très-répandu, car nous n'en connaissons pas encore d'autre exemple que celui qui figure dans les collections du Conservatoire des arts et métiers de Paris, où nous l'avons relevé.

Il est d'abord remarquable par l'extrême réduction de son volume total qui est limité à un socle en fonte A, de 55 centimètres de diamètre intérieur, sur autant de hauteur, et qui renferme tout le mécanisme, moins le plateau auquel sont assemblées les trois flèches d'attelage. Cet intéressant problème de construction a été résolu à l'aide d'une combinaison que nous allons faire connaître.

Ce socle A, qui constitue la base de tout l'ensemble, est un cylindre de fonte, creux, dont le bord supérieur est tourné de face et de champ pour recevoir un plateau en fonte E, lequel est muni des trois boîtes où s'emmanchent les flèches F, et d'un rebord tourné intérieurement au même diamètre que celui du socle, de façon à obtenir la concentricité parfaite de ces deux pièces, le plateau devant tourner librement sur le socle. Ce plateau sert en même temps de guide, par son moyeu central, à un arbre vertical H qui repose, par son pivot, dans une crapaudine établie au centre d'un croisillon fondu avec le socle, et porte la roue d'angle I qui commande le pignon J monté sur le dernier arbre K du manége; cet arbre repose sur deux paliers *a* et *a'*, également solidaire avec le socle A, dont, en effet, pas une pièce n'est indépendante.

La communication du mouvement entre les deux arbres H et K s'expliquant d'elle-même, il faut maintenant faire comprendre comment celui H est mis en mouvement.

La partie supérieure du socle est armée d'une denture d'engrenage intérieur droit D, fondue de la même pièce et par conséquent absolument *fixe*; l'arbre central H porte, à son tour, un pignon G, claveté avec lui, et enfin, le plateau mobile E est muni de trois goujons fixes C, disposés en triangle équilatéral sur un cercle concentrique à l'arbre, et

sur lesquels sont montés *fous* trois pignons G′ engrenant, simultanément, avec la couronne fixe D et avec le pignon G solidaire de l'arbre H.

Afin de ne laisser aucun doute sur cette disposition, et pour aider du reste à l'intelligence de ce qui suit, nous avons fait un tracé géométrique, fig. 9, où ces engrenages sont indiqués, en projection horizontale, par leurs cercles primitifs.

D'après cela, le plateau E étant mis en mouvement avec les flèches, il entraîne avec lui les trois pignons G′, qui prennent d'abord un mouvement de translation circulaire; mais comme ils sont en prise avec la couronne fixe D, ils doivent en même temps tourner sur eux-mêmes, ce qui ne peut avoir lieu sans que le pignon central et son arbre participent à ce dernier mouvement, comme il est facile de s'en convaincre en se reportant à ce tracé géométrique.

Faisons observer de suite qu'un seul des trois pignons intermédiaires suffirait pour produire ce mouvement, mais que les trois sont nécessaires pour équilibrer la poussée sur l'arbre central.

Nous croyons qu'il suffira maintenant de quelques explications sur les détails d'exécution pour compléter notre aperçu sur ce remarquable mécanisme.

C'est particulièrement le plateau E qui mérite un examen spécial dans ces différentes parties. La face inférieure est armée d'une haute nervure *b*, dans laquelle sont ménagées des ouvertures pour loger les pignons, et des mamelons pour recevoir leurs axes, qui sont épaulés et goupillés; ces axes traversent le plateau lui-même par des ouvertures munies de couvercles à charnières *d* que l'on lève pour graisser. Un semblable couvercle *d′* est placé au-dessus de l'arbre central, dont on peut, par là, lubrifier le frottement dans le moyeu du plateau.

On peut remarquer encore les trois ouvertures *e*, ménagées pour découvrir et graisser la denture fixe et celle des pignons intermédiaires, et enfin la joue en fer *f* rapportée au-dessous du rebord du plateau pour l'empêcher de se soulever.

On voit que des galets *c* sont encore employés pour maintenir l'engrènement de la roue I avec son pignon J.

Nous trouvons ici l'application de cette jointure de *cardan* dont il a été question ci-dessus, et qui sert à opérer la jonction d'un axe intermédiaire avec celui K du manége.

On sait que ce système de joint brisé consiste à monter sur chacun des deux arbres une fourche semblable à celle B, et à réunir, par articulation, les deux fourches par deux tourillons disposés en croix d'équerre : ces deux tourillons sont formés ici de deux boulons traversant deux douilles *g* fondues de la même pièce.

Le résultat de ce mode de jonction est, comme nous l'avons rappelé, de laisser à l'arbre intermédiaire, qui doit en posséder une à chaque extrémité, la liberté de prendre diverses inclinaisons sans troubler la

transmission, pourvu toutefois que l'obliquité ne dépasse pas certaines limites (1).

Les dimensions qui permettent de calculer les vitesses des différents mobiles de ce mécanisme sont les suivantes :

Diamètre primitif de la couronne fixe.	550 millim.
Diamètre primitif du pignon central.	150
Rapport des deux diamètres.	3,67
Diamètre primitif de la roue d'angle	485 millim.
Diamètre primitif de son pignon	100
Rapport des deux diamètres	4,85

Pour simplifier le raisonnement, on peut supposer que la couronne fixe D soit au contraire mobile et le plateau E fixe, ainsi que les pignons intermédiaires dont on néglige alors le diamètre en tenant uniquement compte du rapport entre la couronne D et le pignon central G.

La multiplication des vitesses résulte donc du produit des rapports précédents, lequel égale

$$3,67 \times 4,85 = 17,8.$$

Par conséquent, si le plateau E fait 2,5 tours par minute, l'arbre horizontal fera dans le même temps

$$2,5 \times 17,8 = 44^t,5.$$

Ainsi l'appareil est avantageux comme forme et comme réduction de volume, mais il ne procure pas une grande vitesse immédiate, et néanmoins il est délicat et coûteux de construction.

Ce sont là peut-être les raisons qui en limitent l'application ; il ne mérite pourtant pas d'être complétement oublié, et il se pourrait bien faire qu'il reçût, dans certaines circonstances, un utile emploi.

MANÉGES FIXES A COLONNE CENTRALE ET DE DIVERS SYSTÈMES

TRANSMISSION AU-DESSUS DES FLÈCHES.

PL. 36 ET 37.

Après avoir remplacé les anciens manéges, dont l'axe central, s'élevant beaucoup au-dessus des flèches, nécessitait un guide supérieur, mais permettait de transmettre le mouvement à une notable hauteur du sol, par ceux qui exigent, au contraire, un arbre de couche en contre-bas des flèches, on a reconnu que cette dernière disposition ne conviendrait plus lorsqu'on voudrait rendre un manége entièrement transportable, puis-

(1) Voir la théorie de la jointure de Cardan dans le *Vignole des mécaniciens*.

qu'il faudrait, à chaque déplacement, démonter et remonter l'arbre de couche, pour lequel il faut même pratiquer une gargouille si l'on veut conserver la voie des chevaux parfaitement libre ; d'ailleurs ce mode de transmission n'est pas sans reproche, à cause de la double jointure brisée qu'elle exige, à moins que de se donner la peine d'établir un nivellement parfait et rigide.

Un constructeur français, M. Pinet (d'Abilly, Indre-et-Loire), paraît être le premier qui ait résolu le problème de la suppression de l'arbre de couche en revenant à la transmission par l'extrémité supérieure d'un axe central, mais qui ne peut plus être celui des flèches, puisqu'il est au contraire l'un des derniers termes, ou le dernier même, de la progression croissante des vitesses.

C'est par la description du système de M. Pinet que nous commençons la revue des manéges à colonne centrale dont on verra ensuite bien des applications différentes.

Manége Pinet (fig. 10 et 11). — Ce remarquable mécanisme se distingue, en effet, par une colonne creuse en fonte B, dont la partie inférieure forme portée libre pour le roulement du premier engrenage moteur D, et dans l'intérieur de laquelle s'élève, au contraire, le dernier arbre K, dont l'extrémité supérieure est armée de la poulie de transmission E. Cette colonne est montée sur une plaque de fondation en fonte A qui repose sur un patin en bois C, et reçoit toutes les autres pièces du manége.

L'engrenage D est fondu avec les boîtes où se fixent les flèches F dont il reçoit le mouvement sans intermédiaire; ces flèches sont retenues près du centre par des boulons *c*, dont la tête forme piton pour y rattacher les perches d'attelage dont il a été question ci-dessus (page 462); mais l'action d'entraînement s'exerce, dans de meilleures conditions, sur deux talons *f* ménagés à la circonférence de la roue. Ce premier moteur engrène avec un pignon G fondu de la même pièce que la troisième roue I, et tournant avec elle sur un goujon H, dont la queue traverse la plaque et le patin au-dessous duquel il est retenu par un écrou. Cette roue, à la faveur d'un évidement ménagé dans le socle de la colonne B, vient attaquer le pignon J fixé sur l'axe central K, qui reçoit ainsi le mouvement parti du centre et revenant au centre, point essentiellement caractéristique de cette combinaison mécanique, que l'on retrouverait du reste appliquée à divers appareils de nature différente.

La colonne centrale, par laquelle nous avons désigné en général ce système de manége, y remplit en effet le double rôle de guide supérieur à l'arbre central, et de fusée fixe pour le roulement de la roue des flèches G.

Cette roue repose, par son moyeu, en tournant, sur un rebord ménagé à la colonne dont le diamètre est assez différent des deux bouts pour que l'on puisse enfiler la roue par le haut; la face supérieure du moyeu,

qui est creusée en forme de godet pour graisser, est recouverte d'un chapeau en cuivre ou en tôle *b*, qui s'abaisse ou s'élève librement et à volonté sur le fût de la colonne.

L'arbre vertical K repose sur une crapaudine réservée à la plaque de fondation, et il est maintenu en haut dans un gobelet en bronze *a* ajusté sur la colonne. La hauteur de cette dernière est déterminée de façon que la courroie, qui enveloppe la poulie, passe bien au-dessus de la tête des chevaux.

Il est assez remarquable que de tous ces organes de transmission, un seul, le petit pignon J, est claveté sur l'axe qui le porte, attendu que la roue D est immédiatement en prise avec les flèches, et que le pignon G et la roue I, qui sont fondus ensemble, ne sont exactement que des intermédiaires. Cependant la poulie E devrait être solidaire de l'axe K, et néanmoins elle ne l'est pas complétement, pour la raison importante que nous allons faire connaître.

Avec des moteurs animés on ne peut pas compter, aussi sûrement qu'avec les autres, sur une action constante et régulière ; il peut arriver que les chevaux, ou l'un d'eux, s'arrêtent au beau milieu de leur marche, ou même que le conducteur leur commande un arrêt sans prendre les soins nécessaires pour que leur vitesse ne s'éteigne que très-progressivement. Or, lorsque des outils, comme les batteurs par exemple, offrent des masses quelque peu importantes animées d'une très-grande vitesse rotative, il y aurait danger à vouloir les arrêter brusquement, comme il ne faut pas non plus essayer de leur communiquer au départ leur vitesse *maxima* dans un temps trop court; mais ce fait est moins à craindre qu'un arrêt brusque, car au départ les chevaux éprouvent un accroissement de résistance qui ne leur permet guère de s'emporter, tandis qu'en marche, ils peuvent très-bien donner ce que l'on pourrait appeler un *coup de collier en arrière*, produisant dans les pièces en mouvement sinon un arrêt complet, mais au moins un ralentissement assez prononcé et assez brusque pour déterminer une détérioration des pièces rapides, qui sont nécessairement aussi les plus légères et les moins robustes.

Pour parer à cet inconvénient, et empêcher en même temps que l'appareil reçoive jamais de mouvement en sens inverse de sa direction normale, certains constructeurs ont la précaution de ne relier la dernière poulie de commande, celle E du manége actuel, avec son arbre, que par un véritable *déclic*, composé d'un manchon *d*, à rochet, fig. 11, claveté sur l'arbre, tandis que la poulie est montée folle et se trouve munie d'un cliquet à ressort *e*, fonctionnant suivant le mode ordinaire de cet organe mécanique. Il en résulte que la poulie n'est entraînée qu'autant que sa vitesse ne dépasse pas celle de l'arbre ou que ce dernier tourne dans le sens voulu; un ralentissement de sa part, équivalant à un véritable recul, rien n'empêcherait la poulie de continuer son mouvement, et le mécanisme commandé n'en ressentirait point l'influence

autrement que par une réduction de vitesse due à l'inertie simple des organes en mouvement, si le ralentissement du moteur avait quelque durée.

Autrefois, M. Duvoir appliquait à ses manéges du système représenté (fig. 2 et 3) un déclic composé de deux manchons à griffes hélicoïdales et à ressort à boudin, pour opérer la jonction de l'ensemble de l'arbre K et d'un bout d'axe spécial portant le pignon J. Plus tard, le même constructeur a essayé l'emploi, pour le même objet, de masses de caoutchouc interposées dans l'appareil d'entraînement de l'un des organes du manége.

Il nous reste encore quelques remarques à faire sur le manége Pinet, et à faire connaître ses conditions de marche.

On fait valoir, avec raison, l'avantage qu'il possède de ne comprendre aucune roue d'angle; mais ceci est en partie compensé par l'inconvénient de recueillir le mouvement sur une poulie horizontale, tandis que le premier tournant de la plupart des outils que l'on veut commander est lui-même dans cette position et porte, par conséquent, un poulie placée verticalement, ce qui nécessite de tordre la courroie pour la faire passer *du champ au plat,* et même de faire usage d'un renvoi, lorsque l'arbre à attaquer n'est pas à la hauteur voulue. Aussi allons-nous retrouver un autre type, dans lequel on consent à revenir à un retour d'angle pour ramener dans la position verticale la poulie de commande.

Toutes les dimensions des organes de ce manége sont combinées en vue d'obtenir une vitesse immédiate beaucoup plus grande que dans les dispositions précédentes, et le constructeur s'est appliqué en même temps à en réduire toutes les proportions à leur minimum, afin d'atténuer les résistances passives et la perte de travail résultant de lourdes pièces animées de vitesses considérables.

L'ensemble du mécanisme parait, en effet, peu robuste, et peut-être demanderait-il une solidité plus grande, au moins pour les pièces fixes. Ce n'est jamais sans difficulté ni sans inconvénient que l'on arrive, avec un nombre d'organes aussi restreint, à une grande multiplication de vitesse; un grand rapport direct entre deux engrenages, le pignon recevant la commande, n'est jamais exempt de roideur et de frottements très-intenses, ce qui donne lieu aussi à une poussée d'autant plus nuisible que les axes sont, comme la fusée H, en porte-à-faux.

Voici, en terminant, les rapports qui permettent de calculer la vitesse obtenue :

Les diamètres de la première paire d'engrenages sont $1^{m}25$ et 0,21, et ceux de la seconde $1^{m}32$ et 0,14 ; le produit de ces deux rapports égale :

$$\frac{125}{21} \times \frac{132}{14} = 56,12.$$

Si, d'après cela, la première roue fait 2t5 par minute, l'arbre central de commande fera, dans le même temps :

$$2,5 \times 56,12 = 140^t 3.$$

Manége a colonne centrale et a retour d'angle (fig. 12 et 13). — La fig. 12 représente le système de manége qui, à notre avis, remplit, aussi bien que possible, toutes les conditions que peut réclamer un moteur auquel on demande à la fois le bon service, la solidité et la facilité d'installation; il a, du reste, été appliqué par divers constructeurs, lorsque les acquéreurs ont bien voulu consentir à faire les frais d'un appareil possédant tous les avantages que celui-ci nous semble réunir.

Ce moteur comprend une colonne centrale B, de solides proportions, fixée, par un pied à trois branches B′, sur une plaque de fondation A montée elle-même sur un patin C en charpente ; la partie inférieure de cette colonne est tournée pour recevoir le moyeu d'une couronne en fonte D, présentant une partie sphérique fondue avec les boîtes des flèches d'attelage, et avec un rebord dont l'intérieur est muni de la première denture d'engrenage ; sur la partie supérieure de cette colonne est monté un chapeau avec deux consoles L, portant les paliers sur lesquels se trouve installé le deuxième tournant K, qui reçoit son mouvement d'une paire d'engrenages d'angle, dont l'un des deux est monté sur l'arbre vertical H, placé à l'intérieur de la colonne.

Pour transmettre à cet arbre le mouvement communiqué directement à la couronne au moyen des flèches, on a installé, sur une fusée fixe *b*, une roue intermédiaire G, qui engrène simultanément avec la denture intérieure D et avec le pignon G′ claveté sur l'arbre, et la commande est renvoyée, comme précédemment, de la circonférence au centre.

Cette disposition a cela de très-remarquable que la base n'offre aucune partie saillante excentrée et hors de la voie circulaire de la couronne des flèches ; sans des vides, que l'on doit réserver dans la paroi sphérique de cette couronne pour lubrifier les frottements des dentures et des axes, aucune partie du mécanisme inférieur ne serait apparente ; mais l'ensemble n'en conserve pas moins sa régularité et sa concentricité parfaite avec la voie des chevaux.

Quelques détails sont maintenant nécessaires pour faire apercevoir les perfectionnements de détail que comporte ce mécanisme.

La couronne mobile D semble reposer sur un léger rebord ménagé à la colonne ; néanmoins, elle s'appuie plus particulièrement, par sa circonférence même, sur quatre galets *c*, dont les chapes sont fixées sur le patin, et qui la maintiennent plus sûrement que ce rebord de peu de diamètre ; ensuite, comme elle pourrait avoir, malgré son propre poids, une certaine tendance à se soulever, on l'a retenue au moyen d'une bague en fonte *d*, enfilée comme elle sur la colonne et fixée par des vis. Cette bague recouvre en même temps la rigole pratiquée pour l'huile,

que l'on verse par des trous ménagés à cet effet, et qui peut se répandre dans toute l'étendue de ce frottement, à la faveur d'un vide réservé entre les deux surfaces, en alésant le moyeu de la couronne.

Le chapeau L est aussi emmanché librement sur le sommet de la colonne dont l'extrémité est tournée, en réservant un léger épaulement pour former l'assise du chapeau, comme elle est tournée intérieurement, pour l'ajustement du gobelet *a*. Cet épaulement ne peut avoir une très-forte saillie, attendu que la couronne D doit pouvoir s'emmancher par cette extrémité de la colonne ; nous dirons même quelques mots plus loin d'une modification apportée à cette construction pour changer ce mode d'emmanchement. Nous devons faire observer de suite un des avantages que présente ce chapeau L à console.

On voit que l'arbre horizontal K, qui reçoit son mouvement de la roue d'angle I, porte une poulie E, sur laquelle on place la courroie de commande. Mais ce chapeau étant ajusté librement sur la colonne, on peut varier sa position et l'*orienter*, pour transmettre le mouvement dans telle direction que la commande l'exige, suivant les positions relatives de l'outil et du manége ; après quoi, on l'assujettit par une simple vis de pression. On comprend que la roue d'angle, sur laquelle le pignon J prend telle position qu'on le désire sur sa circonférence, se prête parfaitement au déplacement circulaire du chapeau.

Souvent aussi, l'arbre horizontal K est prolongé des deux bouts en dehors de ses paliers, et reçoit à la fois deux poulies de diamètres différents, ce qui constitue une ressource pour changer de vitesse.

M. Lorriot a proposé, pour effectuer cette manœuvre, de loger dans le moyeu du chapeau une vis tangente qui engrènerait avec un pignon monté sur la colonne.

M. Duvoir a construit un manége analogue à celui que nous décrivons, monté sur un chariot roulant pour le rendre entièrement portatif, et qui présentait cette modification dont il a été question plus haut, et dont nous devons dire quelques mots.

La fig. 13, qui est un détail de cette modification d'assemblage, montre que le chapeau à console était fondu avec la colonne, qui se trouvait alors coupée au-dessus de la couronne mobile D, afin de pouvoir monter cette dernière.

La partie inférieure de la colonne est un véritable croisillon B présentant une portée cylindrique pour recevoir le moyeu de la couronne mobile D, qu'elle dépasse seulement de la quantité nécessaire pour le raccordement avec la partie supérieure B' ; celle-ci, qui comprend alors le fût entier de la colonne et les consoles L, s'emmanche sur la saillie de la portée et s'y fixe par plusieurs vis *e*.

Nous préférons cependant l'autre méthode, par cette simple raison que, si la traction de la courroie a une tendance à faire fléchir l'assemblage, son action est bien plus sensible lorsqu'elle a pour levier la hau-

teur entière de la colonne, que si le raccord est au contraire reporté à la partie supérieure, comme fig. 12.

Examinons maintenant la multiplication de la vitesse, qui pourrait atteindre encore un plus haut degré, attendu que nous avons adopté, comme exemple, les rapports directs les moins exagérés et les plus grands pignons possibles.

Le diamètre primitif de la grande denture égale $1^m 61$, et communique, par la roue intermédiaire G dont nous n'avons pas à tenir compte dans le calcul, avec le pignon G′, de $0^m 20$ de diamètre ; ces deux engrenages ont, du reste, 130 et 16 dents.

La roue d'angle I et son pignon J possèdent $0^m 60$ et $0^m 12$ de diamètre, 70 et 14 dents.

Soit encore $2^t 5$, pour la première roue ;

la vitesse de l'axe horizontal K égale, par les rapports directs des nombres de dents :

$$2^t 5 \times \frac{130 \times 70}{16 \times 14} = 101^t 56,$$

soit environ 100 tours.

Manége Tritschler (fig. 14 et 15, pl. 37). — M. Tritschler, constructeur à Limoges, a imaginé un manége d'une disposition assez remarquable, et qui a surtout pour but de mieux équilibrer les efforts latéraux qu'on ne parvient généralement à le faire avec les autres dispositions, qui présentent toujours des porte-à-faux plus ou moins sensibles ; ce dernier manége est également digne d'attention par le peu de développement qu'il offre horizontalement.

Comme le montrent les fig. 14 et 15, pl. 37, ce mécanisme est établi sur un bâti vertical B, fondu avec une portée creuse C, cylindrique sur la plus grande partie de sa longueur, et se terminant par un cône qui s'emmanche dans un pied en fonte A, par lequel l'ensemble repose sur une base en maçonnerie si le manége est établi à poste fixe, ou sur un bâti en charpente s'il est, au contraire, destiné à être mobilisé. La portée cylindrique C forme tourillon pour le roulement de l'armature E, à laquelle s'adaptent les deux flèches, et qui est fondue de la même pièce que le premier engrenage D ; celui-ci commande simultanément deux pignons G et G′, semblables et diamétralement opposés, et dont les axes H et H′ communiquent ensemble le mouvement, par deux paires de roues d'angle IJ et I′J′, à un axe horizontal K, lequel, enfin, porte une grande roue droite L, qui engrène avec le pignon M monté sur l'axe N des poulies de transmission O et O′.

Nous pensons que plus de détails seraient superflus pour expliquer les fonctions de ce manége, que le simple examen des figures suffirait pour faire très-bien comprendre. Il reste à peine quelques particularités à faire ressortir.

Ainsi, on peut remarquer les positions inverses des deux roues d'angle I et I', l'une au-dessous et l'autre au-dessus de son pignon, afin de se conformer au sens de rotation des deux axes H et H', qui tournent tous deux en sens inverse de la roue de commande D, et, par conséquent, des flèches d'attelage. Ces deux axes reposent chacun sur un grain d'acier incrusté dans un étrier *a* boulonné après deux douilles *b*, qui font corps, d'un côté avec le bâti, et de l'autre avec le chapeau du palier.

C'est en répétant ainsi, en deux points diamétralement opposés, la partie du mécanisme en rapport direct avec le mouvement des flèches, que l'on est parvenu à détruire les effets de la poussée qui résulte nécessairement d'une commande simple; mais c'est au prix d'une certaine complication et d'un plus grand nombre de tournants.

La multiplication de la vitesse résulte du produit des trois rapports suivants :

Diamètres de la roue D et de ses pignons G	0,51 et 0,16.
— des roues d'angle I et J.......	0,31 et 0,15.
— de la roue droite L et de son pignon M...................	0,86 et 0,14.

Ce produit égale :

$$\frac{0,51}{0,16} \times \frac{0,31}{0,15} \times \frac{0,86}{0,14} = 40,46.$$

L'arbre des poulies ferait donc, par minute, pour 2t5 des flèches :

$$2^t,5 \times 40,46 = 101^t,15.$$

Manége Champonnois (fig. 16 et 17). — M. Champonnois, ingénieur agronome, dont nous avons publié les procédés de distilleries agricoles dans le vol. IX, s'est aussi occupé de la question des manéges, et a imaginé celui que nous allons décrire.

Ce mécanisme, qui offre la plus grande réduction possible de volume, a encore pour base d'établissement une colonne creuse B servant de guide au roulement de l'armature E des flèches F, avec laquelle est fondue la première roue D; il présente de très-remarquable un arbre vertical H placé en dehors de la colonne, et qui renvoie le mouvement de cette première roue à l'autre partie du mécanisme, à l'aide d'une ingénieuse combinaison qu'il sera facile de comprendre.

L'arbre H est maintenu en deux points de sa longueur : en bas, par une bride en fonte Q clavetée sur la colonne, et, en haut, par une douille appartenant au chapeau à console P, servant, comme dans les appareils précédents, à supporter l'arbre horizontal N, sur lequel est monté la poulie de transmission O. Cet arbre H, qui reçoit sa commande de la première roue D par le pignon G qu'il porte, est aussi muni à sa partie supérieure d'une roue droite I, laquelle engrène avec un pignon J roulant sur l'extrémité prolongée de la colonne B, qui lui constitue une

fusée pareille à ce que nous avons déjà rencontré ci-dessus pour des roues intermédiaires; comme dans ces mêmes appareils, ce pignon est fondu avec la roue d'angle L qui met en mouvement l'arbre N par le pignon M.

Il nous suffit, pour compléter cette description, de faire remarquer la disposition particulière de l'armature E porte-flèche, qui repose simplement par un rebord en boudin dans une gorge circulaire ménagée au pied de la colonne, et la première roue D, qui forme un tambour creux fondu de la même pièce. On peut citer encore l'ajustement du double engrenage JL suspendu au sommet K de la colonne sur un grain d'acier *a* qui s'y trouve emboité, et que l'on peut graisser au moyen du godet réservé à la partie supérieure de la roue d'angle L. Mais on n'a point donné de pivot à l'arbre latéral H, qui est simplement soutenu sur la bride Q par une bague *b* fixée par une vis de pression.

Il est évident qu'en réduisant tous ces engrenages à d'aussi faibles diamètres on compte que leurs dentures résisteront à des efforts considérables, et on leur a donné dans ce but une largeur de 150 *millimètres*, avec environ 40 de pas pour la première roue D, dont le diamètre n'est que de 0^m350. Néanmoins, on ne doit considérer ce manége que pour 1 cheval, car déjà pour cette puissance, en admettant, comme nous l'avons fait jusqu'alors, 3^m50 de rayon pour la flèche, la pression sur cette première denture égale :

$$45^k \times \frac{3^m500}{0^m175} = 900 \text{ kilogrammes.}$$

Pour un tel effort, les règles ordinaires donnent, pour des dents en fonte, 24 millimètres d'épaisseur sur 180 de large, et en comptant, comme nous l'avons expliqué ci-dessus, sur la réduction possible, la denture de la roue D, ayant 20 sur 150, répond juste à la puissance supposée de 1 cheval à appliquer à ce manége.

Quant à la vitesse obtenue, elle résulte des rapports suivants :

Diamètre de la	première paire	d'engrenages,	0^m350 et 0^m150
—	seconde	—	0 380 et 0 120
—	troisième	—	0 360 et 0 145

Leur produit égale

$$\frac{0,350}{0,150} \times \frac{0,380}{0,120} \times \frac{0,360}{0,145} = 18,34.$$

La vitesse du dernier arbre égale, d'après cela, pour $2^t,5$ des flèches,

$$2,5 \times 18,84 = 45^t,85.$$

MANÉGES PORTATIFS OU LOCOMOBILES.

On a dû remarquer que la majeure partie des manéges que nous venons de passer en revue sont véritablement rendus transportables par la concentration de tous leurs organes sur une même base, et que l'on peut, en effet, les déplacer très-facilement. Néanmoins, il en existe une classe où ce caractère est arrêté d'une façon bien plus marquée, puisque le mécanisme s'y trouve adhérent à un chariot toujours prêt à être conduit là où l'on doit se servir du manége.

Nous en citerons plusieurs types construits, excepté le dernier, par la maison Albaret et Cie.

Manéges roulants a colonne centrale (fig. 18 et 19). — Nous avons dit, en décrivant le manége à colonne centrale, fig. 12 et 13, que M. Duvoir en avait construit de presque semblables, montés sur chariot comme celui représenté fig. 18 ; la reproduction de ce manége n'eût été qu'une répétition sans intérêt particulier, et nous avons préféré choisir parmi les nombreux types construits par la même maison ceux représentés fig. 18 et 19, dans lesquels il s'est révélé par la pratique, et de l'avis même des constructeurs, un vice de fonctionnement, dont nous profitons pour le signaler à titre de renseignement.

Le manége, fig. 18, établi pour trois chevaux, offre, à première vue, le même aspect que celui représenté fig. 12, dont la base en charpente serait remplacée par le chariot Q sur lequel celui-ci est complétement fixé; mais néanmoins le mécanisme en diffère essentiellement et peut fournir aussi une vitesse rotative sensiblement plus grande.

La colonne B, fondue de la même pièce que les consoles P, est réunie avec un croisillon à quatre branches A boulonnées sur les traverses du chariot, et qui présente une cavité dans laquelle se loge le pignon J monté sur l'arbre central K; ce pignon est commandé par une roue droite I fixée sur le même axe H que le pignon G, lequel reçoit son mouvement de la roue première motrice D, dont la disposition particulière est l'un des caractères remarquables de ce mécanisme.

Cette roue, toujours solidaire des flèches d'attelage, au lieu d'avoir la colonne pour fusée, comme dans les dispositions précédentes, est sans croisillon et n'a pour guide, dans son mouvement circulaire, que des galets C, *c* et *c'*; les uns pour la centrer, et les autres dessus et dessous pour la maintenir dans le sens vertical. C'est de cette façon que l'on est arrivé à installer, sans un grand développement, toutes les roues qui multiplient si notablement la vitesse primitive; mais c'est aussi par là que le mécanisme est vicieux. Malgré tous les soins apportés dans l'établissement de ces galets C, dont les uns sont extérieurs et les autres intérieurs, pour maintenir l'engrènement contre la poussée, on ne peut éviter l'usure qui décentre promptement toutes ces pièces, et finit par rendre le fonc-

tionnement mauvais ; en un mot, cette méthode de centrage ne peut prévaloir sur un moyeu central roulant sur une fusée fixe.

A part cette objection, qui ne porte que sur une disposition mécanique que l'on peut modifier, le manége *roulant* s'emploie comme les autres ; seulement on le déplace aisément en y attelant les chevaux mêmes qui doivent y être appliqués, et en arrivant en place on le fixe, soit en *moisant* les roues, soit en les calant d'une façon quelconque, mais de toute façon très-solidement.

Quant à cette vitesse que l'on se proposait d'obtenir avec cette disposition, on trouve, en calculant comme à l'ordinaire avec 2ᵗ,5 de flèche, environ 250 tours par minute pour l'arbre N.

Le manége suivant, fig. 19, offre la même particularité, quant à la disposition de la couronne D, mais il est plus simple ; et la transmission n'a plus lieu au travers de la colonne B ; il a d'ailleurs un harnais de moins et ne correspond qu'à 2 chevaux.

Le premier axe H porte le pignon directement commandé, et s'élève en dehors de la colonne qui est fondue avec deux consoles L et L', l'une pour le maintenir à son extrémité supérieure, et l'autre pour l'arbre horizontal de commande K, dont le deuxième support M est rapporté, et qui reçoit son mouvement de l'axe vertical H par les roues d'angle I et J.

Nous ajouterons seulement à ce simple exposé, que le recouvrement en tôle *a* est naturellement fixe, puisqu'il est traversé par l'arbre vertical H, et n'a d'autre objet que de garantir un peu le mécanisme contre la poussière.

MANÉGE ROULANT, TRANSMISSION AU-DESSOUS DES FLÈCHES (fig. 20). — MM. Albaret et Cᵉ appliquent avec succès ce manége, dont la construction réunit toutes les conditions d'un bon fonctionnement ; il est remarquable par son arbre de transmission placé au-dessous du chariot.

On voit que sa première roue D est parfaitement centrée sur une fusée C appartenant à un croisillon à quatre branches A, qui se fixe sur le bâti du chariot, et porte une douille servant de guide à l'axe H, sur lequel sont montés le premier pignon droit G et la roue d'angle I ; celle-ci commande le pignon J de l'arbre K, qui repose sur deux supports en console *a* boulonnés après les traverses du chariot ; enfin la stabilité de la roue des flèches est assurée par un galet *c*, qui maintient l'engrènement contre la poussée, et cette roue D est retenue par une bague *b* clavetée à la partie supérieure de la fusée C.

Nous nous sommes suffisamment expliqué sur la façon de recueillir le mouvement d'un manége avec arbre de couche, pour n'y pas revenir ici ; nous ferons néanmoins observer qu'en raison de la grande hauteur à laquelle celui-ci se trouve au-dessus du sol, il doit être raccordé, près du chariot, avec un arbre intermédiaire, à joints brisés, s'inclinant assez vers le bas pour éviter la voie des chevaux.

D'après les diamètres des engrenages, cet arbre de transmission fait environ 80 tours par minute.

Manége roulant, par M. Lavie (fig. 21). — Ce mécanisme est d'une très-grande originalité, et sa structure est complétement différente de ceux qui ont été précédemment décrits. La base qui sert d'assise à ses organes mobiles est une pièce B, qui offre assez sensiblement la forme d'une lyre, avec pied cylindrique C claveté dans un socle circulaire A boulonné sur le châssis du chariot Q; ce bâti supporte les deux axes H et K, commandés l'un par l'autre au moyen d'une paire d'engrenages droits I et J, celui K recevant la poulie de transmission O.

Le premier arbre H, qui porte le pignon d'angle G, est mis en mouvement par une couronne dentée D, laquelle forme le bord supérieur d'une sorte de corbeille en fonte, composée de six bras en quart de cercle venant se réunir sur un moyeu central, qui a pour guide fixe une partie du pied cylindrique du bâti B, et porte enfin les armatures E des flèches.

Cette pièce, qui ne fonctionne pas autrement que la première roue motrice des manéges précédents, tourne dans le mouvement des flèches autour du pied C en donnant le mouvement à l'arbre H, qui le transmet à celui K; lequel fait environ 100 à 110 tours par minute.

En fait de détails, il ne nous reste qu'à signaler l'application du rochet de *recul a*, dont nous avons expliqué l'usage ci-dessus, et qui établit la solidarité dans le sens normal de rotation entre la roue I et son axe H.

Sans posséder des renseignements certains sur ce système particulier, nous ferons remarquer le peu de rigidité du bâti, qui n'oppose à l'effet de torsion résultant du mouvement de la denture D et à la traction de la courroie sur la poulie O, que la faible pénétration du pied C dans le socle A, lequel aurait besoin de plus de hauteur et de diamètre; mais nous ne devons pas oublier de dire qu'en adoptant ce système de montage le constructeur a eu l'intention de faciliter le changement d'orientation du manége, dont le bâti fixe peut varier de position dans le socle A en le faisant simplement tourner sur lui-même et en changeant le clavetage de place.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Les divers systèmes de manéges qui viennent d'être passés en revue permettent de se former une idée assez arrêtée des limites de vitesse qu'il est possible d'atteindre et celles que l'on dépasse difficilement, suivant le développement plus ou moins grand du mécanisme et le nombre de tournants qu'il est possible d'admettre.

Ainsi, l'axe des flèches ne pouvant faire au maximum que 3 tours par minute, quel que soit le système, et ne devant même compter que sur 2,5, pour la raison qui en a été donnée, un manége à deux tournants, soit à simple harnais, ne donnera jamais plus de 15 à 25 tours de vitesse immédiate, sans que le premier engrenage n'atteigne un diamètre qui rend le mécanisme encombrant.

Avec trois tournants ou deux harnais on atteint généralement 100 tours sur le troisième arbre.

Avec quatre tournants et trois harnais, exemple beaucoup plus rare, on va à 250 et on aurait assez aisément 300.

Mais au fur et à mesure que le nombre des tournants s'accroît, le mécanisme se complique, et le frottement, toujours assez intense, des engrenages entraine une perte de force de plus en plus considérable; notre avis est donc qu'on ne doit rechercher une aussi grande vitesse immédiate qu'autant qu'il est impossible de la multiplier suffisamment en dehors du manége, à l'aide de poulies et de courroies, lesquelles, malgré leur glissement et leur effet de traction sur les axes, sont loin de présenter autant de défauts et de dangers que les engrenages.

La même étude nous conduit encore à reconnaitre, qu'au point de vue de l'effort à transmettre, le premier engrenage en fonte du manége ne devrait jamais avoir moins de 1 mètre, même pour un seul cheval, afin de ne pas atteindre une dimension de denture exagérée.

Soit, en effet, cette dimension, et la force d'un cheval, la pression sur la denture égale :

$$45^{k} \times \frac{3^{m}50}{0^{m}50} = 315 \text{ kil.}$$

Les règles habituelles de la détermination des dentures donneraient, pour 300 kil., $15^{mill}5$ d'épaisseur sur 93 de large, soit 15 et 90. Ces proportions sont convenables, et il serait bon, en pratique, de ne pas les dépasser de beaucoup. On a pu remarquer, qu'en effet, la denture du premier engrenage, pour deux et trois chevaux, présente assez généralement 15 à 18 d'épaisseur sur 100 et 110 de largeur.

Mais nous avons fait observer que ces proportions sont néanmoins au-dessous de celles admises pour les engrenages ordinaires de transmission, tout en ne prenant pour base que l'effort moyen du cheval ; or, on sait qu'il peut fournir momentanément bien davantage, et qu'un coup de collier pourrait s'élever de 45 kil. à plus de 100, puisque, d'après Christian, un cheval de taille moyenne est capable d'exercer, contre un obstacle invincible, un effort de 360 kil.

Par conséquent, tout passager que serait un coup de collier excessif, il n'en aurait pas moins son effet sur les pièces du mécanisme, et particulièrement sur les dentures, que nous sommes donc fondé à ne pas trouver plus robustes qu'elles ne doivent l'être, en leur attribuant les proportions dont on vient de rappeler les bases.

FABRICATION DES BRIQUES

TUILES ET CARREAUX

MACHINE A MOULER

DITE

LAMINOIR JARDIN

Perfectionnée par MM. CAZENAVE et Cie, à Paris

(PLANCHE 38)

Les procédés mécaniques pour la fabrication des briques, tuiles, carreaux et tuyaux en terre cuite sont maintenant très-répandus. Déjà, en 1842, en publiant dans le vol. IIe de ce Recueil la machine de M. Carville et celle de M. Capouillet, nous constations qu'un grand nombre de machines avaient été proposées et exécutées pour remplacer les diverses opérations manuelles qu'exigent le broyage, le malaxage et le moulage des argiles destinées à cette fabrication. Depuis cette époque, quoique dans quelques localités on trouve encore qu'il y a plus d'économie à opérer manuellement, le nombre des machines brevetées a augmenté dans une proportion considérable. La liste que nous en donnons à la fin de cet article suffira pour s'en rendre compte; car, si nous entreprenions d'examiner ces divers brevets, nous nous exposerions à des redites nombreuses, ayant reconnu que, le plus souvent, ces machines ne diffèrent entre elles que par des détails d'une faible importance relative, et qui ne peuvent être compris qu'à l'aide d'un dessin. Mais ce qu'il nous est facile de faire pour fixer les idées, c'est de signaler sommairement les principaux types auxquels se rattachent tous les genres de machines. Voici d'abord les préparations préliminaires :

Broyage. — Toutes les argiles n'ont pas besoin de subir l'opération du broyage : il n'y a que celles qui contiennent des pierres ou des graviers. Dans ce cas, on les soumet à l'action d'une ou de deux paires de cylindres horizontaux, sorte de laminoirs compresseurs agissant tangentiellement, et animés d'une vitesse de rotation ordinairement variable pour l'un des cylindres de chaque paire.

Malaxage. — Le malaxage ou le pétrissage de la terre, pour la préparer au moulage en la rendant autant que possible homogène, est toujours indispensable, et s'effectue ordinairement dans une capacité cylindrique, sorte de cuve verticale, quelquefois indépendante, mais qui, dans les appareils bien installés, fait partie de la machine à mouler, comme dans celle de M. Carville, publiée dans le vol. IIe, ou bien dans la machine à mouler les briquettes combustibles de M. Mazeline, dessinée sur la pl. 1re de ce volume. Dans le cylindre malaxeur se meut un arbre armé de bras ou couteaux, de formes particulières et variables, et muni aussi quelquefois d'hélices, qui agissent énergiquement pour chasser la matière de la cuve et la faire passer par un orifice ménagé à sa base. Dans quelques systèmes le malaxeur est horizontal, et c'est alors que l'emploi des palettes hélicoïdales est indispensable (1).

Moulage. — C'est surtout, comme nous l'avons dit, dans les combinaisons d'agencement, plutôt que dans leur mode d'action, que les machines à mouler se distinguent entre elles; car deux grandes classes suffisent, en effet, pour ranger les systèmes et établir entre eux une distinction aisément appréciable; ce sont :

1° Les machines à action intermittente, qui agissent par compression dans des moules au moyen de pistons.

2° Les machines agissant d'une manière continue, de façon à faire sortir l'argile sous forme d'un courant constant, soit par un laminage, soit à travers une filière.

Dans la *première classe* se rangent toutes les dispositions dans lesquelles la terre malaxée est introduite dans des moules et pressée par une série de pistons fouleurs, qui agissent verticalement au moyen de traverses et de leviers, comme dans les machines à mouler les charbons, représentées pl. 28 du vol. IXe et pl. 39 du vol. XIIIe, soit encore par deux pistons horizontaux à mouvement alternatif, actionnés directement par un moteur à vapeur, comme la machine représentée pl. 30, vol. IXe. Quelquefois aussi les pistons fixés à un plateau sont commandés par des cammes, des excentriques, des vis et même par une puissance hydraulique.

Une des applications les plus heureuses du système à pistons fouleurs est celle de la machine Middleton, publiée dans le vol. VIe du *Génie*, et celle basée sur le même principe, mais bien perfectionnée par MM. Mazeline et Ce, qui est représentée sur la pl. 1re de ce volume (2).

(1) Le vol. IX donne au sujet des procédés, machines et appareils employés dans la fabrication du *charbon de Paris*, le dessin d'un mélangeur horizontal et celui d'un broyeur à deux paires de cylindres superposés.

(2) Dans l'*examen des machines et appareils proposés pour l'agglomération des menus combustibles*, que nous avons fait au sujet de la machine de M. Mazeline, nous avons décrit un grand nombre d'appareils à mouler qui, en principe, sont identiques aux machines à briques.

A la dernière Exposition de 1862, à Londres, figurait une machine de ce système, exposée par M. W. Wilson, disposée spécialement pour traiter de l'argile à demi sèche, pulvérisée préalablement et humectée par de la vapeur. Le but de cette innovation (1), dit le rapporteur du jury, M. Farcot, est de ne laisser entrer dans la pâte qu'une très-faible quantité d'eau, afin de diminuer les frais et la durée du séchage, ainsi que les accidents produits par la gelée et les intempéries de l'air, et d'éviter enfin les frais de rabattage et de séchage.

La compression est effectuée, dans la machine de M. Wilson, au moyen de plongeurs ou battoirs mobiles, avec l'intermédiaire d'une sorte de tampon hydraulique, muni d'une soupape de sûreté, et présentant par suite une certaine élasticité, pour éviter les ruptures ou pressions excessives, dans le cas où des pierres viendraient se présenter avec l'argile sous les compresseurs. Ces moules passent successivement sous un orifice de remplissage, situé au bas d'un appareil malaxeur préparateur, et vont se placer sous les compresseurs; puis les briques, après avoir subi deux pressions graduées, se trouvent relevées par un système de plan incliné, et transmises aux ouvriers.

Il y avait aussi, à cette Exposition, dans l'annexe de l'est, tandis que la machine précédente était dans celle de l'ouest, une autre machine anglaise de MM. Bradley et Craven, construite sur ce même principe d'un plateau à mouler horizontalement; mais, dans cette dernière, la pression était effectuée par un piston mû par un excentrique et agissant sur deux moules à la fois, placés diamétralement opposés à leur emplissage, lequel était opéré par un malaxeur monté au-dessus du plateau.

Enfin, il y a encore les machines à cylindres horizontaux, simples ou doubles, avec un ou deux pistons mus par une crémaillère qui reçoit un mouvement alternatif de va-et-vient par des pignons et une manivelle. Telles sont les machines anglaises de Clayton, Cottam et Hallem, Witehead, Scragg, Dean, Webster, Landers et William, Page, etc. Telle est aussi la machine de M. Borie pour fabriquer les briques creuses, que nous avons donnée dans le vol. xe du *Génie industriel*. Quant aux autres machines anglaises que nous venons de citer, elles sont plus particulièrement employées à la fabrication des tuiles et tuyaux de drainage, et nous avons consacré une étude spéciale à ces machines, dans le vol. xe de ce Recueil, auquel nous renvoyons nos lecteurs.

Dans les machines de la *seconde classe*, celles qui agissent d'une manière continue, on distingue deux systèmes différant complétement l'un de l'autre, l'un dit à *pétrin*, l'autre à *cylindres lamineurs*. Le premier n'est autre qu'une sorte de malaxeur à couteaux hélicoïdes, qui com-

(1) Dans le vol. VIII du *Génie industriel*, numéro de décembre 1854, nous avons donné la description et le dessin d'une machine à compression à leviers de M. Julienne, destinée à mouler les *briques à sec*, et antérieurement, dans le vol. VI, des prix de revient de briques fabriquées par un procédé analogue, également dû à M. Julienne.

priment la terre et la forcent à sortir par des filières latérales. Telles sont les machines de Champion, Franklin, Etheredge, Randeel et Saunders (1), Clayton, etc. Dans le vol. IXe, pl. 28, au sujet du traitement des charbons de Paris, nous donnons une machine de ce genre dans laquelle le cylindre est horizontal, et dont l'agent principal est une vis sans fin à filets allongés, ayant pour but de conduire la matière dans une matrice où elle la comprime et la fait sortir. Dans une machine, exposée à Londres l'année dernière, par MM. Bunnett et Ce, la vis a été remplacée, dans le cylindre horizontal, par une camme à trois dents agissant par rotation, pour expulser la terre en la comprimant dans la filière, d'où, en sortant, elle est divisée au moyen de fils de fer montés sur un châssis oscillant.

Les machines de MM. Clayton et Ce, qui, en Angleterre, paraissent les plus estimées, réalisent les trois opérations successives du broyage, malaxage et moulage; la pâte est poussée par des pistons à mouvement alternatif vers l'orifice de sortie, qui est muni de deux rouleaux verticaux tournant de chaque côté, et qui constituent ce que M. Clayton appelle une *filière à rotation.* Ces rouleaux dégagent les flancs de la pâte et la débarrassent du frottement des angles, qui, résistant au mouvement, diminuerait l'homogénéité de la masse et pourrait déchirer les arêtes des briques. La masse expulsée glisse sur des rouleaux qui la reçoivent, et est divisée à la main au moyen d'un châssis mobile portant des fils d'acier équidistants.

Le système des machines à *cylindres lamineurs* a reçu dans ses applications de nombreuses modifications, depuis la machine de M. Ainslie, importée en France par M. Tackeray, jusqu'au laminoir de M. Jardin dont nous donnons le dessin pl. 38. C'est ainsi que l'on retrouve le principe du laminage dans la machine de M. Carville (publiée vol. IIe), et emprunté déjà à celle de M. Terrasson-Fougères. Dans ces deux machines, il n'y a qu'un seul cylindre qui comprime la matière dans les moules d'un châssis sans fin qui passe directement au-dessous. Une machine à mouler de M. Mac Henry, publiée dans le vol. IXe du *Génie industriel,* mais modifiée d'une manière très-sensible comme construction, repose pourtant sur le même principe du laminage, lequel existe encore dans les appareils composés d'un disque garni de moules, placé horizontalement et animé d'un mouvement de rotation continu au-dessous d'un rouleau comprimeur.

Dans la machine de M. Capouillet (pl. 31, vol. IIe), deux cylindres ou roues agissent tangentiellement en tournant en sens inverse; mais l'un est à surface lisse, tandis que l'autre porte des creux également espacés à sa circonférence, de façon à former autant de moules, dans lesquels la

(1) Voir l'article du vol. X sur la fabrication des tuyaux de drainage déjà rappelé.

terre est comprimée. Un grand nombre de machines à briques ont été construites sur ce principe, avec quelques modifications de détail (1), soit dans la disposition des moules, soit pour la compression ou le démoulage, soit enfin dans la transmission de mouvement.

On voit donc que le procédé de la fabrication des briques par le laminage n'est pas nouveau; pourtant jusqu'ici, le système, dans sa plus simple application, c'est-à-dire celle de deux cylindres ou tambours, tous deux lisses à leur circonférence et agissant tangentiellement pour comprimer la matière sans l'intermédiaire de moules ou de filières, n'avait pu être appliqué avantageusement ; c'est à la persévérance de M. Jardin que l'on doit le succès complet de ce mode de fabrication à la fois simple et économique.

Une machine de ce système, exposée à Londres l'année dernière par MM. Jardin et Cazenave, a fixé l'attention de tous les hommes compétents ; elle a valu à son auteur la grande médaille, et le rapporteur du jury, M. Farcot, en donne l'appréciation suivante :

« Cette machine paraît présenter un caractère de simplicité et des dispositions ingénieuses qui permettent de réaliser une fabrication continue. Elle consiste en une sorte de laminoir, comprimant la pâte et la livrant, sous forme de nappe flexible, à un volant diviseur. Cet emploi de cylindres lamineurs existait dans la machine d'Ainslie, exposée antérieurement; mais les tambours de la machine nouvelle sont beaucoup plus grands et de disposition différente, ce qui explique leurs bons résultats. Un mécanisme simple et ingénieux permet de réaliser une division exacte et automatique de la pâte laminée, par le moyen de planchettes à talons verticaux, qui, poussant et conduisant les fils d'acier du volant diviseur, les obligent à couper verticalement la masse, tout en décrivant un mouvement curviligne circulaire. Les briques, ainsi divisées, sont livrées aux ouvriers par la machine; elles présentent des formes nettes, des arêtes vives, et sont bien égales entre elles.

« La division de la pâte est faite à la main comme dans tous les autres systèmes exposés.

« Cette machine a besoin de recevoir la terre bien préparée par les appareils habituels, mais elle donne de beaux produits; elle est une des plus remarquables de l'exposition, et ses auteurs méritent d'être encouragés. »

Nous allons compléter ces renseignements sommaires relatés dans les rapports de jury international, en donnant la description complète de cette machine, et les résultats pratiques et avantageux obtenus dans les établissements déjà nombreux où l'on en fait usage.

(1) Dans le vol. XXIII du *Génie industriel* nous avons donné une machine à faire les briquettes combustibles de M. Jarlot, dans laquelle la compression a lieu sur un principe analogue.

DESCRIPTION DU LAMINOIR A BRIQUES,

REPRÉSENTÉ PLANCHE 38.

La fig. 1 est une élévation longitudinale de la machine à mouler, et de son malaxeur en section verticale.

La fig. 2 est un plan général vu en dessus.

La fig. 3 est une vue par bout du côté du moulinet, indiqué en coupe, qui divise le ruban plastique en brique.

La fig. 4 est une section longitudinale faite transversalement aux axes des rouleaux qui conduisent l'argile malaxée au laminoir, et de là au moulinet diviseur.

Les fig. 5 et 6 indiquent en détail ce moulinet.

Les fig. 7 et 8 sont deux vues à une grande échelle du tendeur des fils d'acier qui opèrent la section du ruban.

Les fig. 9 et 10 sont des détails du tambour lamineur.

Malaxage des terres. — Les terres argileuses contenant du sable en proportion notable, sont bonnes pour la fabrication des briques ordinaires. L'argile siliceuse peu calcaire est la meilleure pour les produits céramiques. L'argile grasse ne peut se travailler en plein air, son retrait est trop considérable au séchage; il faut donc préférer les argiles maigres ou maigrir les argiles grasses, en employant le sable siliceux, autant que possible, comme celui de Belleville, près Paris, par exemple, qui contient 970 silices, 20 alumines, 5 chaux 1,4 fer hydraté. Dans la Belgique et le nord de la France on rencontre presque partout l'argile propre à faire les briques.

Le malaxage est une opération très-essentielle d'où dépend souvent la qualité de la brique; la pâte doit être aussi homogène que possible et d'égale consistance dans toutes ses parties, et résistant au pelotonnage. Dans la machine qui nous occupe, la terre est jetée dans la cuve en fonte ou en tôle A du malaxeur pour y être mélangée, divisée et triturée par les palettes *a*, qui sont fixées, à des hauteurs convenablement espacées, sur l'arbre central en fer A'. Ces palettes sont inclinées inversement l'une à l'autre et armées de couteaux pour attaquer la terre, qui est maintenue à l'état pâteux par un filet d'eau dont l'arrivée est réglée par l'ouvrier. Deux bras fixes *b* sont boulonnés à la cuve pour rompre les couches, et mettre obstacle au mouvement de la masse qui peut avoir lieu, pour les terres très-fortes, sous l'impulsion du mouvement rotatif communiqué à l'arbre A. Dans la plupart des cas, il est préférable de supprimer ces bras, car ils ne sont pas nécessaires pour triturer les bonnes terres à brique aisément malléables.

L'arbre, garni des palettes est muni, à sa partie supérieure, d'une roue d'angle B, qui engrène avec un pignon B', calé sur l'arbre horizontal *b'*, lequel reçoit le mouvement d'un moteur quelconque, manége, machine

à vapeur ou roue hydraulique, au moyen de la poulie C, clavetée aux extrémités de cet arbre. Il est soutenu au-dessus de la cuve par deux paliers *c*, fondus en arcade, et dont le milieu, muni d'un coussinet en bronze *c'*, sert de collet à l'arbre vertical; la partie inférieure de celui-ci repose sur un grain d'acier renfermé dans une cavité c^2, du fond de la cuve, formant ainsi crapaudine.

Du côté de la machine à mouler, et à sa partie inférieure, une ouverture rectangulaire est ménagée à la cuve pour laisser s'échapper la terre reconnue suffisamment malaxée. Pour que cette sortie ait lieu d'une manière continue, régulièrement et avec la force d'expulsion nécessaire, deux rangs de palettes D, à surface gauche, et recourbées dans le sens du mouvement, sont ajoutés sur l'arbre A', de façon à se trouver tout près du fond, vis-à-vis l'orifice d'échappement, dont les dimensions peuvent être modifiées à volonté au moyen de la porte à coulisse *d*.

La matière pâteuse, ainsi expulsée énergiquement de la cuve où elle a été malaxée, se dirige d'elle-même sous les cylindres lamineurs en glissant sur les premiers petits rouleaux en bois *d'*, dont les ferrures opérant leur réunion reposent d'un côté sur le bâti D' du malaxeur, et de l'autre bout sur celui de la machine à mouler.

Moulage ou laminage. — La machine à mouler se compose essentiellement des deux gros cylindres E et E' montés sur les axes en fer *e* et *e'*, qui peuvent tourner librement dans les coussinets en bronze des paliers *f* et *f'*, fixés au bâti principal.

Ce bâti est composé de deux flasques verticales en fonte F et F', réunis par des entretoises de même métal f^2 et montés sur deux paires de petites roues *g*, qui permettent de transporter au besoin la machine dans l'atelier, d'une place à une autre.

La hauteur respective des deux cylindres est réglée au moyen des vis de rappel *g'* (fig. 1), permettant de faire monter ou descendre d'une petite quantité les paliers *f'*, qui supportent l'axe *e'* du cylindre inférieur E'. On peut également régler la position de ces cylindres l'un au-dessus de l'autre, dans le sens horizontal, à l'aide des vis de rappel g^2, qui donnent la faculté de déplacer dans leurs coulisses les coussinets des paliers *f* de l'arbre *e*, sur lequel est fixé le cylindre supérieur E.

La construction des deux cylindres lamineurs constitue une des particularités intéressantes de cette machine : ils sont composés chacun de deux couronnes, fondues chacune avec une roue dentée G, et une partie rainée qui forme joue. Ces deux couronnes, arrêtées sur l'arbre par des vis à la distance convenable l'une de l'autre pour former deux largeurs de briques, sont reliées par un tambour en tôle *h* (fig. 9), dont les bords sont engagés dans des rainures pratiquées sur la face interne desdites couronnes, et de plus par six boulons à écrous *h'* correspondant à leurs bras.

Ce mode de construction des cylindres permet de faire servir le même modèle pour des largeurs de briques variables, puisqu'il suffit, en effet,

d'écarter plus ou moins les deux couronnes en fonte, et de les réunir par un tambour en tôle d'une largeur facultative. Ce tambour, dans tous les cas, est recouvert d'une épaisseur de plâtre, et celle-ci d'un cuir de buffle h^2 (fig. 9 et 10), destiné à empêcher la matière argileuse de s'attacher à la circonférence des cylindres, et qui y est cloué par ses bords une fois qu'il a été bien tendu. Pour effectuer cette tension, un des bouts de la bande de cuir, engagé dans une fente pratiquée dans le tambour, est fixé à une petite tringle i (fig. 10) intérieure à celui-ci, tandis que l'autre bout, engagé dans cette même fente, vient s'appliquer sur un petit cylindre i', disposé sur le même support près de la tringle : en tournant ce cylindre au moyen d'une manette, on y enroule le buffle et, par suite, on opère sa tension sur la circonférence plastique du tambour. Une petite roue à rochet, avec son cliquet i^2 (fig. 1), est montée à l'un des bouts de ce petit tendeur pour arrêter le cylindre, c'est-à-dire l'empêcher de tourner en sens inverse, sous l'impulsion du cuir, lors de sa tension.

Comme on peut le remarquer par les fig. 3 et 9, la circonférence des deux cylindres lamineurs ainsi recouverte de buffle, ne présente pas une surface plate tangentielle, mais elle est au contraire un peu renflée vers le milieu de la largeur. Cette disposition est nécessaire pour que la terre comprimée et le ruban divisé en deux parties dans sa longueur, en sortant des cylindres, présentent des briques d'une épaisseur égale des deux côtés. Sans cette précaution, la terre, qui se gonfle toujours au milieu parce qu'elle est plus pressée que sur les bords, produirait en sortant une différence d'épaisseur très-préjudiciable.

L'application d'un enduit plastique sur le tambour en tôle offre l'avantage, non-seulement de le façonner aisément, comme nous l'avons vu, mais encore permet de clouer le buffle et de régler à volonté l'épaisseur que l'on veut donner au ruban, et par suite aux briques; il suffit en effet pour atteindre ce but d'augmenter ou de diminuer l'épaisseur de l'enduit en plâtre pour faire varier la distance qui existe entre les cylindres tangentiellement à leur circonférence.

Pour que le laminage ait lieu à la fois non-seulement en-dessus et en-dessous, mais encore latéralement, deux petites plaques j (fig. 3 et 9), en cuivre ou en verre épais, sont appliquées entre les deux cylindres, contre leurs joues, à l'endroit où a lieu la pression tangentielle.

L'argile, en sortant du malaxeur pour se rendre entre les cylindres, glisse sur les rouleaux d', et s'engage entre les parois des deux joues verticales H, en fer-blanc, consolidées par une bordure en fer qui y est rivée. Ces joues, du côté des cylindres, épousent leur forme et pénètrent dans les feuillures qui sont pratiquées près des roues d'engrenage, de façon à éviter que la terre ne passe de ce côté. Des racloirs I et I' sont en outre appliqués contre les joues du tambour pour les nettoyer, en rejetant la terre qui pourrait s'y être attachée ; les rainures elles-mêmes sont pourvues des racloirs J destinés au même usage.

A la sortie des laminoirs, le ruban est reçu sur une toile sans fin en caoutchouc, soutenue par la série des petits rouleaux en bois J′ (fig. 4), qui la conduisent sur les rouleaux K placés à la suite de cette toile. La marche du ruban n'est déterminée jusqu'ici que par la poussée de la terre qui se dégage continuellement des cylindres. Les axes de tous ces rouleaux sont soutenus par deux plaques de tôle *k*, reliées au bâti par des pièces en fer *k′* recourbées à cet effet.

C'est en sortant de dessus la toile sans fin J′, pour glisser sur la série des petits rouleaux K, que le ruban est séparé longitudinalement en deux parties égales par le fil d'acier *l*, qui est parfaitement tendu au moyen d'un petit rochet monté sur un axe en fer *l′*, placé au travers de la machine, tandis que l'autre bout de ce fil métallique est fixé à une petite tringle, ajustée entre les rouleaux-guide K.

Le ruban ainsi partagé en deux bandes longitudinales se rend au découpoir, qui doit les séparer sans interruption et automatiquement par deux briques de longueur déterminée, lesquelles doivent être enlevées au fur et à mesure qu'elles arrivent à l'extrémité de la machine.

A cet effet, les deux bandes de terre descendent bien parallèlement du dernier rouleaux K′, sous l'impulsion du rouleau de pression O, sur des planchettes *m*, qui reposent sur une troisième série de rouleaux M (fig. 4), d'un plus fort diamètre que les premiers, et dont le mouvement de rotation qui détermine la marche en avant des planchettes est transmis par une série de petites roues dentées *u*, commandées par deux chaînes à la Vaucanson.

Ces rouleaux, ainsi que ceux plus petits M′, placés tout à fait en avant, sont supportés par deux longrines en tôle L qui reposent, du côté de l'avant, sur une traverse en fonte reliant les deux bouts du bâti, et, du côté de l'arrière, sur un boulon transversal qui permet d'arrêter exactement leur position au moyen des vis de réglage *n* (fig. 1).

De ce côté sont fixés, à droite et à gauche des longrines, de petits tabliers L′, qui peuvent être formés simplement d'une plaque de tôle ou bien, comme l'indique la fig. 2, de petits rouleaux pour faciliter l'introduction des planchettes *m*, dont la machine est alimentée d'une manière continue par deux enfants, un de chaque côté.

Découpoirs. — Ce sont les planchettes mêmes, comme nous l'expliquerons plus loin, qui font fonctionner le découpoir au moyen de petits talons en tôle *m′* (fig. 1, 5 et 6) dont elles sont munies sur un côté.

Ce découpoir est vraiment remarquable par la simplicité de son mode d'action ; il se compose de deux plateaux à croisillons N calés sur l'arbre en fer *n′*, qui tourne librement dans de petits coussinets en bronze, mobiles au moyen des vis de réglage *o*, dans les coulisses des supports en fonte N′ boulonnés au bâti.

Chacun des bras des deux plateaux N est prolongé pour recevoir dans une coulisse un petit boulon creux *p*, terminé pour l'un des plateaux par

un écrou, et pour l'autre au moyen d'une chape munie d'une tige à clef plate p', et d'une petite roue à rochet dans les dents de laquelle est engagé un cliquet q.

Un fil d'acier r, maintenu d'un bout par le boulon à écrou, est engagé de l'autre bout dans l'ouverture centrale du boulon à chape, qu'il traverse pour s'introduire dans un petit trou pratiqué dans la tige p'. On tourne alors cette tige par sa clef jusqu'à ce que le fil soit parfaitement tendu ; il est maintenu dans cet état par le rochet et son cliquet q, qui empêchent la tige de tourner en sens inverse du mouvement communiqué pour effectuer la tension.

Les neuf bras correspondants de chaque plateau en fonte N, formant le découpoir, sont ainsi réunis par un même nombre de fils d'acier dont la distance, par rapport à l'axe, doit être bien la même pour chacun, et réglée de façon que le développement d'un fil à l'autre présente exactement la longueur d'une brique. C'est en remontant l'axe des plateaux, et en faisant glisser les boulons de tension p, des fils r, dans les coulisses ménagées aux extrémités des bras desdits plateaux, que l'on peut régler avec une exactitude mathématique les dimensions des briques dans le sens de leur longueur, l'épaisseur étant donnée par la distance tangentielle qui existe entre les deux cylindres lamineurs, et la largeur par celle des deux plaques en cristal j (fig. 9).

Voici maintenant comment fonctionne ce découpoir : chaque planchette m, amenée chargée de terre par les rouleaux M, rencontre, ainsi que l'indique le tracé fig. 6, par le bord supérieur de son talon en tôle m', un des fils de fer r, lequel alors est obligé, pour suivre le mouvement en avant communiqué à la planchette, de glisser le long du bord vertical de ce talon, en pénétrant dans la bande d'argile qui repose sur la tablette.

Comme ce fil de fer fait partie du plateau N, il les entraîne dans son mouvement et décrit, par conséquent, un arc de cercle dont l'axe des plateaux est le centre ; chaque fil vient donc se présenter ainsi au-devant des planchettes pour être entraîné par leur talon au fur et à mesure qu'elles avancent.

Chacun de ces fils, quoique décrivant un arc de cercle, n'en découpe pas moins les briques suivant une ligne verticale parfaitement droite, parce que le moteur, c'est-à-dire le talon m', guide le fil de r en r' dans cette direction, et ne l'abandonne que lorsqu'il est arrivé en r^2 (voyez fig. 6), après avoir passé par tous les points intermédiaires.

Le bras correspondant au fil, qui en ce moment opère la section, est dans la position verticale ; il faut alors enlever simultanément les deux planchettes contenant les deux briques découpées simultanément, sans cela le fil, en continuant sa rotation, entamerait en se relevant la face découpée. Deux enfants, placés l'un à droite, l'autre à gauche, près des tabliers à rouleaux Q et Q', retirent les briques au fur et à mesure qu'elles arrivent, en faisant glisser rapidement les planchettes sur les

rouleaux, tandis que d'autres enfants les enlèvent pour les conduire au séchoir. Ces derniers chargent les briques sur des brouettes en retirant les planchettes qu'ils passent aux deux premiers enfants alimentant la machine et se tenant, à cet effet, près des petits tabliers L', afin que les mêmes planchettes resservent à nouveau sans interruption.

Transmission de mouvement. — La machine peut être actionnée au besoin par un seul homme, agissant sur une manivelle montée sur l'arbre de transmission ou par un moteur quelconque, manége, moteur à vapeur ou hydraulique.

Dans l'exemple que nous avons choisi, en supposant le malaxeur disposé pour alimenter constamment les lamineurs, l'arbre de couche *b'* de ce malaxeur peut recevoir, du côté opposé à sa poulie de commande C, une autre poulie C' actionnant directement celle P, fixée sur le petit arbre *s*.

Cet arbre peut être disposé, suivant les besoins du service, à droite ou à gauche de la machine, ainsi que nous l'avons indiqué en lignes pleines et en lignes ponctuées sur la fig. 3. Dans les deux cas, il est muni d'un pignon *s'* engrenant avec une roue S, dont l'arbre R porte les deux pignons semblables R', qui commandent à la fois, et parallèlement, les deux couronnes dentées G' du cylindre lamineur inférieur E'. Celui supérieur E reçoit le mouvement en sens inverse de ce dernier par ses deux roues G engrenant avec celles G'.

Il ne reste plus qu'à donner le mouvement aux rouleaux M qui transportent les planchettes chargées du ruban d'argile au découpoir. Ce mouvement est transmis par un pignon qui engrène avec l'une des couronnes dentées G', et dont l'axe est muni des deux roues *t* actionnant par une chaîne *t'* (fig. 1 et 3) deux roues plus petites *u* qui, à leur tour, actionnent les rouleaux M, au moyen d'une série de petites roues calées sur leurs axes et commandées par une chaine à la Vaucanson.

TRAVAIL, PRODUITS ET SERVICE DE LA MACHINE.

Quand la machine fonctionne à l'aide d'un homme appliqué à la manivelle, le travail ou le rendement est variable puisqu'il dépend de la vitesse des deux cylindres, que l'on peut faire tourner plus ou moins rapidement dans un moment que dans l'autre. Mais, lorsqu'elle est actionnée par un moteur à vapeur, elle marche à une vitesse constante déterminée à l'avance; on la règle ordinairement pour une production de 20 à 25 briques de dimensions ordinaires par minute (1).

(1) Les dimensions des briques sont loin d'être les mêmes dans toutes les contrées. Les briques dites de *Bourgogne*, qui servent ordinairement de type, sont elles-mêmes variables; elles ont de 55 à 60 mill. d'épaisseur, 110 à 120 mill. de largeur et 220 à 230 de longueur. Les dimensions ordinaires des briques, en Belgique et dans le

En admettant la production de 20 briques seulement par minute, et à celles-ci une longueur de $0^m 230$, les cylindres lamineurs auront à fournir dans le même temps un ruban d'une longueur égale à 10 longueurs de brique seulement, puisque ce ruban est divisé en deux pour former deux largeurs de brique, c'est-à-dire que cette longueur sera de

$$\frac{0^m 230 \times 20}{2} = 2^m 300.$$

Or les cylindres ont $0^m 940$, soit

$$0^m 940 \times 3{,}1416 = 2^m 9531 \text{ de circonférence.}$$

Ils devront, pour ne développer en une minute que $2^m 300$, ne faire dans ce temps que

$$\frac{2{,}300}{2{,}9531} = 0^t 77885.$$

Pour transmettre une vitesse aussi faible aux cylindres, il est de toute nécessité qu'il y ait un ralentissement très-sensible dans leur commande. En effet, leurs roues G et G′, qui ont 1 mètre de diamètre au cercle primitif des dents, sont commandées par le pignon R, qui n'a que $0^m 150$, et celui-ci par un pignon s', de $0^m 080$, engrenant avec la roue intermédiaire s, de $0^m 460$, clavetée sur son axe. Il résulte de cette combinaison d'engrenage que l'arbre moteur s doit encore faire par minute :

$$\frac{0^t 77885 \times 1^m \times 0^m 460}{0^m 150 \times 0^m 080} = 29 \text{ révolutions,}$$

vitesse très-convenable, que la machine soit commandée par un moteur à vapeur, ou à bras par un manœuvre.

Le personnel nécessaire pour le service de la machine doit naturellement varier, pour ce qui regarde le transport des briques moulées, avec la distance au séchoir. Pourtant dans les conditions ordinaires d'une bonne installation, on peut admettre la composition suivante :

1 homme à la manivelle pour tourner les cylindres lamineurs;

Nord sont de $0^m 210$ de longueur, $0^m 100$ de largeur et $0^m 050$ d'épaisseur. C'est sur ces dimensions que l'on traite de la fabrication comme de la vente. Dans ces dimensions, l'on emploie environ 760 briques par mètre cube de maçonnerie. La brique pèse environ 2 kil. pour être de bonne qualité; il faut qu'elle ne soit ni trop, ni trop peu cuite. Trop cuite, elle se déforme et diminue de dimensions sans diminuer de poids. Peu cuite, elle conserve ses dimensions, mais elle est fragile et ne résiste pas aux intempéries.

La bonne brique doit être sonore au choc; quelquefois la sonorité peut être détruite ou diminuée par des causes étrangères à la cuisson, notamment lorsqu'elle a pris de l'humidité. Ce n'est donc pas toujours un moyen sûr de reconnaître la bonne cuisson que de s'en rapporter seulement à la sonorité. Il vaut mieux plonger dans l'eau celles que l'on veut essayer, et si la couleur vive qu'affectent généralement les briques devient d'une teinte terreuse, il est à craindre qu'elles ne résisteront pas. (Mémoire de M. Arogé sur la fabrication des briques en plein air. — Société de Mulhouse, mai 1861.)

1 homme pour les alimenter, c'est-à-dire prendre la terre sortant du malaxeur et l'engager entre les cylindres. — Ces deux hommes sont naturellement supprimés dans le cas d'une transmission par moteur et de l'application d'un malaxeur disposé pour alimenter directement ;

2 enfants ou 2 femmes pour mettre les planchettes à talon destinées à recevoir le ruban d'argile ;

1 enfant pour recevoir les briques découpées ;

2 enfants pour les prendre de dessus les tabliers à rouleaux et les charger sur les brouettes.

4 enfants pour les transporter ;

2 enfants pour les déposer au séchoir ;

Soit 2 hommes et 11 enfants pour un service complétement manuel ; soit seulement, en faisant usage d'un moteur, 11 enfants ou femmes. Dans ce dernier cas, l'enfant qui reçoit les briques a besoin d'être plus raisonnable, car c'est à lui que revient la tâche de surveiller et de diriger l'ensemble de la fabrication.

Ces données vont nous permettre d'établir un prix de revient approximatif, mais pour le moulage seulement. Pour un prix total de fabrication, il faut tenir compte d'éléments trop nombreux et surtout trop variables, car ils dépendent des localités, non-seulement pour le prix des salaires, mais encore pour celui de l'obtention de l'argile, des procédés de cuisson, de la valeur du combustible, de l'importance de l'usine, etc. (1).

Voici, d'après le relevé d'un fabricant habile, M. Blot, gérant de plusieurs fabriques importantes du département de Seine-et-Marne et de Seine-et-Oise, dans lesquelles les machines de MM. Jardin et Cazenave fonctionnent, le prix de revient du moulage :

2 hommes à 0f40 l'heure, pour 12 heures de travail. . .	9f60
11 enfants ou femmes à 0f15 l'heure.	19 80
	29f40

Dans ces douze heures de travail, la production peut être, comme

(1) Voici un exemple des écarts qui existent dans les prix de revient des briques : aux environs de Paris, on compte généralement que les briques à la main reviennent à 8 ou 10 fr. le mille de façon, depuis le pétrissage de la terre jusqu'à et non compris la cuisson, tandis que dans le nord de la France et en Belgique on ne compte que 2 fr. Nous citerons à l'appui de ce dernier chiffre le Mémoire de M. Arogé à la Société de Mulhouse que nous avons déjà mentionné :

« Un atelier se compose ordinairement, dit-il, d'un mouleur, deux porteurs (ce sont deux enfants), un pétrisseur de terre, un manœuvre. Le pétrisseur de terre, en sus de son travail, brouette la terre pétrie près de la table du mouleur. Le manœuvre place la terre sur la table devant le mouleur, conduit le sable, relève les briques sèches, etc. En tous cinq personnes, dont deux enfants. Quatre personnes suffisent souvent, de même que quelquefois l'on préfère deux grandes personnes et quatre enfants.

« Ces ouvriers sont tous payés à la pièce et reçoivent le prix convenu dans les proportions suivantes : un tiers pour le mouleur ; un tiers pour le pétrisseur de terre ; un tiers

nous l'avons vu, de 14 à 15,000 briques, ce qui donne une moyenne de 2 fr. 50 le mille environ (1); prix auquel il faut ajouter celui du malaxage de la terre, l'entretien et l'amortissement du capital qui représente l'achat de la machine dont le prix est de 4,000 fr.

Ce simple aperçu suffit pour faire reconnaître l'avantage pécuniaire que présente l'emploi de cette machine sur les procédés manuels dans les localités où les ouvriers sont payés un prix relativement élevé, mais ce qui constitue surtout une économie appréciable sur la plupart des appareils en usage, c'est le procédé même de fabrication des briques, lesquelles, comprimées énergiquement par le laminoir, sont d'une grande pureté de ligne, bien compactes et par cela même faciles à manier, ce qui évite les déchets, le rebattage; de plus, comme la terre que l'on emploie est plus consistante, les briques ainsi obtenues peuvent être placées sur champ pour moins encombrer les séchoirs, et leur dessiccation, se faisant plus rapidement, le retrait assez considérable qui a toujours lieu est bien moins sensible.

En modifiant quelques parties de cette machine et en lui appliquant des filières spéciales, on peut très-bien aussi, par ce même procédé de laminage, fabriquer n'importe quel genre de briques creuses, dont l'emploi prend chaque jour une extension plus considérable.

pour les porteurs et le manœuvre. Ce dernier tiers est partagé en parties égales entre les deux porteurs d'une part et le manœuvre d'autre part.

« Le prix de façon, tout compris, pétrissage de la terre, moulage, séchage, rangeage de la brique et soins jusqu'à la cuisson, s'est payé longtemps, dans le Nord, 2 fr. le mille.

« Un atelier compris comme ci-dessus peut faire 50,000 briques par semaine, c'est donc 100 fr. dans cet espace de temps que peuvent gagner ces cinq personnes,

soit	33 fr.	33 c.	pour le	mouleur,
—	33	33	—	pétrisseur,
—	16	66	—	deux porteurs,
—	16	66	—	manœuvre.

« Ce travail ainsi fait à la tâche, pour atteindre les résultats mentionnés est des plus rudes, et demande quatorze à quinze heures d'assiduité.

« On trouve en Belgique des entrepreneurs de briquettes qui fournissent des ouvriers à ce prix et des cuiseurs à raison de 1 fr. 30 c. de façon du mille. »

(1) Dans ce calcul la machine fonctionne à bras, comme on doit le remarquer par le personnel employé, mais on vient de monter à la briqueterie de Courcelle, près Paris, une machine installée avec un mélangeur, comme l'indique notre dessin, et dont le moteur est une machine à vapeur locomobile.

LISTE DES BREVETS PRIS EN FRANCE

DE 1822 A 1862, POUR DES MACHINES A BRIQUES, TUILES ET CARREAUX.

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
NAUDOT et Cᵉ.....	Procédés mécaniques propres à la fabrication des briques, tuiles, carreaux, etc. (1 addition.)	11 juin 1828.
THIÉRION.........	Presse économique propre à la fabrication des carreaux, tuiles, briques, etc., et moyen de s'opposer à l'adhérence des argiles..........	10 novembre 1829.
BOSQ, GIRAUD et TAXIL frères.....	Système de machines propres à la fabrication, par compression, de tous les objets de briqueterie..................................	16 novembre 1829.
TERRASSON, de Fongères...........	Machine à faire les briques, tuiles, etc........	31 décembre 1831.
COURTOIS.........	Fabrication des briques dévoyées propres à la construction des tuyaux de cheminées et à angles arrondis, et d'autres briques servant à rallonger les tuyaux (1 certificat d'addition).	12 décembre 1834.
ÉVRARD et HOCQUE-DESMAZURE......	Machine à faire les briques..................	15 novembre 1837.
CHATELAIN........	Machine à fabriquer les briques..............	5 décembre 1837.
PASCAL et CAPOUILLET...........	Machine à faire les briques..................	3 février 1838.
DANGLARS et JULIENNE.........	Machine à fabriquer les briques..............	23 juin 1838.
CHEVREUSE et BOUVERT...........	Nouvelle fabrication à l'aide d'une machine à préparer la terre et d'un four calorifère, applicable aux tubes; ardoises évidées, aux briques de carrelage et aux carreaux pleins ou évidés, sous diverses formes et dimensions..	20 juillet 1838.
PASCAL et CAPOUILLET...........	Machines destinées à la fabrication des briques, tuiles, carreaux et pierres artificielles unies et ornées de figures en creux ou en relief...	17 novembre 1838.
LETHUILLIER.......	Nouvelle machine à fabriquer par compression les tuiles, briques, carreaux et tous articles de briqueterie............................	5 décembre 1838.
JULIENNE..........	Fabrication, par mécanique à demeure ou portative, des briques avec ou sans scellement apparent, carreaux et tuiles de toutes formes et grandeurs et de tout dessin, et leur cuisson..	22 décembre 1838.
MICHOTTE.........	Nouvelle machine à double pression, propre à la fabrication des briques....................	6 février 1839.
COUSIN...........	Machine rotative et son gâcheur, propre à la fabrication de toute espèce de briques pour la construction, ainsi que de tous les carreaux-briquettes, et pouvant servir au moulage de la tourbe (2 additions)....................	8 mars 1839.
CARVILLE.........	Machine propre à fabriquer les briques (1 add.).	30 mars 1839.
GAEERTS..........	Nouvelle machine à fabriquer des briques (4 add.)	17 juillet 1839.

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
Maigret..........	Machine propre à fabriquer de la brique, du carreau et de la tuile......................	22 mai 1840.
Van Lockhorst...	Nouvelle machine à fabriquer les briques (1 add.)	8 juin 1840.
Martin...........	Principes, procédés et appareils propres à la fabrication par pression des briques, tuiles, carreaux et autres objets en terre.............	9 septembre 1840.
Garret...........	Machines propres à fabriquer les briques, pannes et carreaux.............................	14 novembre 1840.
Galesloot........	Rame perfectionnée, dite *à piston Kessel*, propre à mouler les briques, briquettes, carreaux et pannes, sans avoir besoin de recourir aux planches..............................	22 février 1841.
Kessels...........	Table perfectionnée, dite *système économique*, servant à mouler les briques, briquettes et carreaux...............................	8 mars 1841.
Apparuti.........	Machine propre à la fabrication de la tuile à couvrir les maisons et à carreler...........	7 février 1842.
Carville.........	Machines à fabriquer les briques, carreaux, tuiles, pannes, brique de chaux hydraulique, formées de craie et de glaise, briques de marne et tous produits de terre cuite, briques de poussier, de coke, briquettes, mottes, briques de tourbe (2 additions)...............	16 mars 1842.
Aygaleng - Blanquet...........	Système complet de machines propres à la fabrication des briques, tuiles, pannes, mosaïques, carrelages et tourbes (1 addition).....	5 avril 1842.
Dogné...........	Machine et accessoire propre à la fabrication d'une brique dite *brique supérieure*.........	29 avril 1842.
Burke...........	Machine propre à fabriquer les briques........	7 octobre 1842.
Bréard...........	Machine à fabriquer les briques..............	19 janvier 1843.
Mannoury........	Machine à faire les briques..................	2 mars 1843.
Capgras et Chanou.	Système de four mobile destiné à la cuisson des briques et carreaux et mécanique pour les fabriquer...............................	21 juin 1843.
Camus et Leboul..	Machines propres à la fabrication des briques, tuiles, carreaux, etc......................	30 juin 1843.
Leteurnier........	Machine propre à la fabrication des briques (1 addition)............................	31 octobre 1843.
Collas...........	Instrument et ses applications mécaniques devant servir à la fabrication des briques de toutes formes, tuiles, carreaux gouttières, etc.	18 novembre 1843.
Parise et Gallon.	Machine propre à fabriquer des briques, carreaux, tuiles et des pierres artificielles par pression excentrique.........	19 décembre 1843.
Champion.........	Système de fabrication de tuiles.............	5 janvier 1844.
Forsyth..........	Perfectionnements applicables aux machines propres à la fabrication des briques et tuiles..	27 février 1844.
Brouard.........	Mouleur-briqueteur.........................	23 juillet 1844.
Nuglisch.........	Machine propre à faire les briques...........	2 septembre 1844.
Julienne.........	Machine à briques et à pavés de toutes formes.	5 octobre 1844.
Samuel...........	Machine à briques..........................	28 octobre 1844.

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
ZELLER..........	Fabrication de tuiles, briques et tous autres objets de briqueterie en grès céramique........	19 novembre 1844.
MAILLET-ROBERT...	Machine à mouler la brique..................	22 novembre 1844.
LEGROS..........	Machine à mouler la brique (2 additions)......	22 novembre 1844.
BONNET...........	Fabrication mécanique des carreaux et plaques ornées de dessin ou sans dessin...........	28 janvier 1845.
HUGUENIN et DUCOMMUN.......	Machine portative propre à faire des briques, tuiles et objets de poterie..................	1 mars 1845.
LECLERC-DUPUY....	Machine à carreaux.........................	3 mars 1845.
DARTOIS..........	Machine à fabriquer les tuiles (2 additions)....	4 mars 1845.
ARTHUR...........	Machine à briques..........................	26 mars 1845.
BASFORD..........	Perfectionnements apportés à la fabrication des briques, carreaux et tuiles..................	12 avril 1845.
VERCIA...........	Machine à corroyer et mouler simultanément la tuile et la brique (1 addition)............	29 avril 1845.
HARTMANN........	Machine *plinthopiestique*, pour la fabrication mobile des briques et carreaux (1 add.).....	7 mai 1845.
DU ROSELLE......	Perfectionnement dans les machines à fabriquer les briques, tuiles et carreaux.............	22 mai 1845.
CHAMPION.........	Machine propre à la fabrication des tuiles (2 add.)	26 mai 1845.
LETHUILLIER.......	Perfectionnements apportés à une machine destinée à fabriquer tous les articles de briqueterie par compression......................	9 septembre 1845.
LEGROS...........	Machine propre à fabriquer les briques, tuiles, carreaux, etc. (2 additions)................	3 novembre 1845.
AINSLIE...........	Perfectionnements apportés à la fabrication de toute espèce de tuiles, briques et autres articles de terre glaise.......................	23 décembre 1845.
BERTRAND.........	Perfectionnements dans les machines propres à fabriquer les briques, tuiles, carreaux, etc....	15 janvier 1846.
FAIRBANKS........	Machine propre à la fabrication des briques, tuiles, carreaux, pannes et autres objets de briqueteries............................	17 janvier 1846.
RANGLET et LEPRINCE	Genre de mécanique propre à la fabrication des briques, tuiles, carreaux....................	22 janvier 1846.
LEGROS...........	Machine propre à battre les briques (2 add.)....	16 février 1846.
HANTIER et DECAENS.	Machine propre à fabriquer les briques, tuiles et carreaux (1 addition)....................	6 avril 1846.
D^lle CAMUS........	Système de fabrication des tuiles.............	14 mai 1846.
BIDAULT-DEZALLEUX	Machine à mouler les briques................	14 mai 1846.
HASTINGS..........	Machine à fabriquer les briques..............	20 mai 1846.
LETEURNIER.......	Machine propre à fabriquer les briques, tuiles, carreaux et mottes de toutes dimensions et de toutes formes............................	15 juin 1846.
CARTER...........	Machine destinée à la fabrication des briques..	3 juillet 1846.
D^lle CAMUS........	Machine propre à la fabrication des briques, tuiles et carreaux.........................	15 juillet 1846.
MERLE...........	Perfectionnements dans la fabrication des tuiles..................................	4 août 1846.
DA SILVEIRA.......	Dispositions de machines à briques (1 add.)...	29 septembre 1846.

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
Chanou et Chevallier	Genre de machine propre à fabriquer les briques, et système de four propre à cuire ces briques en plein air (1 addition)	30 septembre 1846.
Totain et Desch.	Machine à mouler les briques (1 addition)	10 novembre 1846.
Bennett	Machine propre à fabriquer les tuiles	1er décembre 1846.
Leprince	Machine propre à la fabrication des briques, tuiles, carreaux, etc.	20 janvier 1847.
Legros	Perfectionnements dans les machines propres à mouler, par la pression, les briques, tuiles, carreaux et autres objets de terre de toutes formes et de toutes dimensions	4 mars 1847.
D'Artois	Perfectionnements à une machine propre à fabriquer les briques et les tuiles	10 avril 1847.
Simon	Machine à fabriquer la tuile	12 avril 1847.
Triquet et Testu.	Perfectionnements dans les machines à mouler les briques et autres objets en terre de toutes formes et de toutes dimensions	17 juin 1847.
Roudier	Broyeur propre au moulage des briques	4 août 1847.
Mothereau et Lefèvre	Métier propre à rebattre les briques, carreaux, etc.	18 août 1847.
Castinel	Machine à découper les briques	22 octobre 1847.
Lambour et Ce	Machine propre à faire les briques	28 octobre 1847.
Carré et Ce	Machine propre à fabriquer les pannes	8 février 1848.
Ligniel et Roux	Machine à pression propre à la fabrication des briques, carreaux, etc.	3 août 1848.
Borie	Briques et poteries tubulaires	28 octobre 1848.
Montagnat	Machine propre à la fabrication des briques, dites *tomettes*, et moellons	6 janvier 1849.
Leblanc	Machine à briques	10 avril 1849.
Hart	Perfectionnements dans la fabrication des briques et des tuiles, applicables au moulage d'autres substances	18 mai 1849.
Lloyd et Gouin	Application directe de la vapeur à la fabrication des briques, tuiles, carreaux, etc. (1 add.)	17 juillet 1849.
Lamy	Fabrication des briques sans cuisson	3 septembre 1849.
Gouget, Jourdan et Neurdein	Moyen de fabrication des mottes à brûler de tuile, briques et carreaux	17 décembre 1849.
Maitre	Mode ou procédé de fabrication des tuiles (2 additions)	15 avril 1850.
Mallé	Perfectionnements apportés dans les machines propres à fabriquer les briques, les tuiles, les carreaux et tous les autres objets en terre	16 août 1850.
Brochard	Machine destinée à presser et tailler les briques et carreaux d'un seul coup de balancier	20 septembre 1850.
Julienne	Machine à mouler les briques	4 novembre 1850.
Benoit aîné	Procédés de fabrication de divers objets en terre cuite, tels que tuyaux de drainage et autres, tuiles, briques	11 décembre 1850.
Beadon	Perfectionnements dans les procédés de fabrication des briques	22 mai 1851.

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
DUPONT	Fabrication des briques	24 juin 1851.
JOSSON	Système de fabrication de tuiles	10 juillet 1851.
SAUNDERS	Perfectionnements apportés aux machines à fabriquer les briques, tuyaux, tuiles et autres objets semblables, en substance ou matière plastique	4 août 1851.
BEUCHON	Presse perfectionnée à l'usage de la fabrication de la tuile, laquelle offre un procédé de démoulage	23 août 1851.
GESWEIN	Moyen de fabrication et de cuisson de briques de toutes formes et de toutes grandeurs	9 septembre 1851.
ESTASSY	*Moule Estazzy*, destiné à la fabrication des tuiles à double crochet	20 janvier 1852.
MAITRE	Mode de fabrication des tuiles (2 additions)	2 février 1852.
DE VILLERS	Genre de tuiles et système de fabrication	23 février 1852.
GRANDJEAN	Cylindre destiné à épurer la terre et à faire les plaques de tuiles mécaniques	31 mars 1852.
PIMLOT-OATES	Perfectionnements apportés aux machines propres à fabriquer les briques, les tuiles, les carreaux, les tuyaux de conduite et autres objets analogues faits en argile ou en toute autre matière plastique	10 avril 1852.
LÉGER et THIEULLENT	Perfectionnements au rabattage mécanique des tuiles, briques, carreaux et autres produits de terre cuite	10 septembre 1852.
ETMIEU père et fils	Moule dit *Sarrasin*, dont l'objet est de confectionner à bas prix la tuile dite Sarrasine	12 août 1852.
DUPONT	Mécanique propre à la fabrication des briques (6 additions)	4 septembre 1852.
RETOU	Application du balancier ou autres machines du même genre au frappage des carreaux, briques, etc	19 novembre 1852.
BALLISTE	Fabrication des briques réfractaires	8 janvier 1853.
PERRIN	Fabrication de tuiles plates dites *Maries*	14 mai 1853.
UREN	Perfectionnements aux machines propres à fabriquer les briques, pipes, tuyaux et autres objets en matières plastiques	13 juillet 1853.
PILLEYRE	Fabrication des tuiles plates	18 juillet 1853.
LÉCUYER et GARRAUD	Perfectionnements apportés dans la disposition et la construction des machines à briques, tuiles et carreaux	16 septembre 1853.
SCHLOSSER	Appareil broyeur et mouleur à hélice propre à la fabrication des briques, tuyaux et autres produits céramiques (1 addition)	20 octobre 1853.
BERNARD	Fabrication des tuiles destinées à la couverture des maisons et à pose dite *diagonale*	12 novembre 1853.
PICHON	Genre de fabrication de tuiles plates	16 novembre 1853.
ARDUINO	Fabrication des tuiles dites *sanitaires* (1 add.)	18 novembre 1853.
RICHARD	Système de fabrication de tuiles pour couvertures et bâtiments	2 décembre 1853.

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates
DEMORET-DUROZOY.	Perfectionnements apportés dans la fabrication des tuiles comprimées	6 décembre 1853.
MEYNIER	Système de fabrication de briques, tuiles et carreaux	17 décembre 1853.
REYNAUD	1° Application à la fabrication d'objets en argile, des machines à drains, à piston et à décharge horizontale; 2° divers objets en argile et formes variées de briques creuses et tuiles; 3° tailloir à carreaux; 4° machine à faire les faîtières à recouvrement	17 décembre 1853.
ELLIOT	Perfectionnements dans la fabrication des briques, tuiles, carreaux et autres objets susceptibles d'être moulés	28 décembre 1853.
TERRASSON - FOUGÈRE	Machine à confectionner les tuiles, carreaux et chéneaux	29 décembre 1853.
SARROU	Machine pour la fabrication des briques, dite Briquetier mécanique	7 janvier 1854.
HENRY	Perfectionnements aux machines à fabriquer les briques et les tuiles	14 janvier 1854.
THIERRY	Système et fabrication des tuiles, dit système à couvre-joints	27 janvier 1854.
WOODWORTH et MOWER	Machine à fabriquer les briques, tuiles	11 mars 1854.
DELCROIX	Machine à mouler les briques et four pour les cuire	12 avril 1854.
BURSTALL	Perfectionnement dans les machines à fabriquer les briques et autres objets en argile seule ou mêlée à d'autres matières	21 avril 1854.
CAZET	Procédé de fabrication des tuiles plates et polies en dessus et en dessous (1 addition)	26 avril 1854.
BOUCHERIE	Machine à mouler les briques et briquettes	12 mai 1854.
COSTE	Fabrication d'un système de briques	24 mai 1854.
JONES	Fabrication des briques	27 mai 1854.
KUHN	Machine à fabriquer les briques	26 juillet 1854.
BYERLEY	Machine à fabriquer les briques	1er août 1854.
LEE	Machine et appareil à fabriquer les briques et carreaux	2 août 1854.
GIROUD-D'ARGOUD.	Système de tuiles, machine pour les comprimer et four mobile pour les cuire (1 addition)	11 septembre 1854.
HEISCHLIN	Mode de moulage des briques, tuiles, carreaux et autres produits	15 décembre 1854.
CLAYTON	Fabrication des briques et des tuiles	13 février 1855.
SARRAZIN et CHANUEL	Machine à fabriquer les briques	27 février 1855.
NOBLE	Machine propre à la fabrication des tuyaux de drainage et d'irrigation, des tuiles, carreaux, dallages, briques creuses et pleines	7 mars 1855.
PORTER	Perfectionnements dans les machines et appareils employés pour fabriquer les briques ou autres objets en argile ou terre à briques	16 mars 1855.
TOUAILLON	Machine propre à la fabrication des tuyaux de	

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
	drainage, des briques et autres matières.....	19 mars 1855.
BLONDEL..........	Procédé de fabrication de carreaux creux renforcés, pour planchers, voûtes, cloisons......	12 avril 1855.
DESCAVES.........	Système de fabrication de tuiles au moyen de presses, et dont la forme, sans être plus grande que celle des tuiles anciennes, permettra de couvrir une superficie de deux tiers plus grande..........................	17 avril 1855.
JÉRAMEC..........	Appareil propre à la fabrication des briques dit Appareil malaxeur........................	25 avril 1855.
OATES............	Perfectionnements dans la fabrication des briques, tuiles, tuyaux et autres objets pouvant être faits en matière plastique.............	28 avril 1855.
AMOUROUX ET NOBLET............	Machine à briques, à mouvement continu, avec l'emporte-pièce, ainsi que des carreaux, tuiles, etc................................	3 mai 1855.
LOBRY............	Application d'une presse à levier à la fabrication des briques creuses, des tuiles et des carreaux pour parquets.....................	1 juin 1855.
LIEUTARD.........	Machine servant à mouler, à bluter et à broyer les terres propres à la fabrication de la brique et autres poteries....................	23 juin 1855.
LIEUTARD.........	Machine à mouler applicable au chiffonnage de la brique creuse de différentes formes et dimensions................................	23 juin 1855.
LATILLE...........	Machine à fabriquer les briques..............	27 juillet 1855.
SCHLICKEYSEN......	Machine servant à couper l'argile, à laver, mélanger et travailler des matières pâteuses et à faire des tuiles et briques................	30 août 1855.
DEVEVEY..........	Fabrication des briques......................	17 novembre 1855.
ROQUE............	Système de fabrication de briques.............	24 novembre 1855.
D'HERUEL.........	Procédé de moulage à sec des tuiles et briques.	30 novembre 1855.
MULLER...........	Fabrication des tuiles (2 additions)...........	24 janvier 1856.
SCHMERBER........	Perfectionnements aux machines à fabriquer mécaniquement les tuiles (1 addition).......	11 février 1856.
SCHLOSSER........	Appareil propre à fabriquer la brique et les produits céramiques en général............	25 février 1856.
FOWLER...........	Perfectionnements apportés à la fabrication des tuiles et des briques......................	11 mars 1856.
GERMAIN..........	Perfectionnements dans la fabrication des tuiles, briques et carreaux.......................	18 mars 1856.
PLATT et WHITEHEAD	Perfectionnements dans la fabrication des briques et des appareils employés à cet usage..	19 mars 1856.
BREST............	Confection d'un appareil relatif à la fabrication et au perfectionnement des briques fines.....	12 avril 1856.
PASCAL et Cᵉ......	Filière à double effet pour la compression et le moulage des briques, tuiles plates et autres tuiles à feuillures et tuiles creuses.........	31 avril 1856.
LIGNY............	Fabrication de briques.......................	29 avril 1856.
JAY et JARDIN.....	Tuile creuse à crochet et à mentonnet avec entaille, dite *tuile dauphinoise*, et laminoir	

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
	pour la fabrication de cette forme, et de toutes tuiles et briques	21 mai 1856.
FOWLER	Perfectionnements apportés à la fabrication des briques et des tuiles	3 juin 1856.
MARESCHAL	Machine à fabriquer les tuyaux de drainage, les briques	12 juin 1856.
MELCHION	Machine pour la fabrication des briques hexagones, dites vulgairement *Toinettes*	14 juin 1856.
VICTOR	Machine à fabriquer les briques	7 juillet 1856.
MUNNIER	Machine à fabriquer les briques	9 juillet 1856.
TACHERET	Système de machine à former des briques, des tuyaux, de toutes formes et dimensions	11 août 1856.
HEMBISE	Fabrication de la brique	25 août 1856.
LACROUST	Machine à fabriquer les briques (1 addition)	22 septembre 1856.
JOHNSON	Perfectionnements dans les machines à faire les briques	23 septembre 1856.
ROBERTS	Perfectionnements dans le moulage des briques et tuiles	18 novembre 1856.
FEUILLAT	Machine à fabriquer les briques, drains, carreaux, etc. (1 addition)	17 décembre 1856.
MANIGLER	Démoulage des briques à pression, des briques et des tuiles en argile ou en matière réfractaire (1 addition)	22 décembre 1856.
DESCOUBET	Machine à faire les briques	24 décembre 1856.
SCOTTI et DEMARTINES	Presse à rotation pour la fabrication des briques, carreaux, tuiles, dalles, lambris, ornements d'architecture	5 février 1857.
PLATT et VHETELAND	Perfectionnements dans les machines à faire les briques	9 février 1857.
LÉVÊQUE et NORMAND-DUPONT	Machine continue destinée à faire les tuyaux de drainage et les briques	20 mars 1857.
ARTHUR	Perfectionnements dans la fabrication des briques, tuiles et autres objets en terre	9 avril 1857.
LETHUILLIER	Perfectionnements apportés à une machine à mouler et comprimer les briques, tourbes, etc.	25 avril 1857.
SCHLOSSER	Perfectionnements dans les machines destinées à fabriquer des briques et des tuyaux de tout genre, des tuiles, carreaux	25 avril 1857.
HERMANDEZ	Machine universelle propre à la fabrication de toute espèce de briques	19 mai 1857.
WASHBURN et BELLOWS	Perfectionnements dans les machines à mouler les briques à l'état sec et à comprimer les briques moulées	17 juillet 1857.
DECKHEER	Système de machine à malaxer et à mouler les terres plastiques	1er août 1857.
MAIGRET-DARET	Machine servant à la fabrication des carreaux, briques et tuyaux de drainage	8 août 1857.
HODSON	Perfectionnements dans la fabrication des bri-	

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
	ques, tuiles et autres articles en matière plastique	14 août 1857.
Dragon et Mazouiller	Machines à fabriquer les briques, dites *Toinettes*, et les moellons carrés	10 avril 1858.
Garraud	Machine à fabriquer les briques	24 avril 1858.
Guyot	Machine à faire des briques	7 mai 1858.
Rockliff	Perfectionnements apportés aux machines à fabriquer et à comprimer les briques, tuyaux de drainage, etc., et dans la préparation des métiers employés pour cette fabrication	22 mai 1858.
Muterel	Machine à fabriquer les briques et les pavés	28 mai 1858.
Victor	Machine à fabriquer les briques (1 addition)	5 juin 1858.
Schleicher et Pitzier	Machine à faire des briques	20 juin 1858.
Milch et Moewes	Machine à fabriquer les briques (1 addition)	14 juillet 1858.
Fosse	Machine à faire toute espèce de briques et tuyaux de drainage	12 août 1858.
Jay et Jardin	Laminoir destiné à la fabrication des briques et tuiles	26 août 1858.
Neuvy-Brethon	Machine à comprimer les briques et carreaux	11 septembre 1858.
Bertin	Fabrication d'un genre de briques creuses	27 octobre 1858.
Joachin	Perfectionnements apportés à la confection des briques (1 addition)	22 janvier 1859.
Dercours	Machines à mouler les briques, les tuyaux de drainage, et en général toutes les substances molles ou pulvérulentes	3 février 1859.
Marjollin	Machine à fabriquer les briques	11 février 1859.
Dheruel	Perfectionnements apportés aux presses propres à fabriquer la tuile, les briques et tous les produits céramiques	23 février 1859.
Guérin	Machine propre à mouler les tuiles creuses, briques et carrelages de toutes formes et de toutes dimensions	4 avril 1859.
Chatel	Machine à mouler la brique, broyer la terre et faire le mortier	4 avril 1859.
Hernandez	Système de fabrication de briques	18 juin 1859.
Deboves	Sécateur-dresseur ou machine à parmenter les briques	24 juin 1859.
Mauvage	Système de filières et instruments accessoires pour fabriquer les tuiles, briques, carreaux, etc	11 juillet 1859.
Rabier	Procédé de fabrication de carreaux, briques, tuiles et autres produits céramiques	28 juillet 1859.
Dufour	Machine à mouler les briques	3 septembre 1859.
Eccles	Perfectionnements apportés dans les machines et moyens mécaniques pour faire les briques, les tuiles et autres articles	8 octobre 1859.
Boulet	Tuilerie mécanique fabricant des tuiles-pannes à coulisses et à recouvrement croisés, tant pour les appareils employés à cette fabrication que pour la forme des briques creuses et pleines, des carreaux, etc	3 décembre 1859.

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
Lavesvre et Meynier	Système de fabrication des tuiles creuses et plates des briques et des carreaux (1 addition)	13 janvier 1860.
Marival	Fabrication de briques dites *briques anglaises*	20 janvier 1860.
Darcourt	Système de fabrication de briques, pannes et carreaux (1 addition)	28 janvier 1860.
Patenôtre	Découpeur et rabatteur mécaniques de terre pour tuilerie, briqueterie, etc	12 mai 1860.
Jardin et Girard	Machine à fabriquer les briques, tuiles et autres produits céramiques	15 mai 1860.
Rudel	Machine à faire des briques	18 mai 1860.
Legras	Machine à briques	24 mai 1860.
Desaint	Briques tubulaires, tuyaux de drainage et machines propres à leur confection	12 juin 1860.
Jannettaz	Perfectionnements apportés à la fabrication des briques	16 juin 1860.
Chaussot	Machine à briques	2 juillet 1860.
Schlosser	Perfectionnements à la fabrication des tuiles, briques, carreaux, etc	14 juillet 1860.
Effertz	Perfectionnements dans le mécanisme ou appareil pour faire des briques	8 août 1860.
Hurtelle	Machine à fabriquer les pannes, les pavés et les briques	14 août 1860.
Couissinier	Mécanique à fabriquer les briques toinettes en terre cuite (2 additions)	25 août 1860.
Eccles	Perfectionnements dans la fabrication des briques, tuyaux, en terre cuite, et autres matières plastiques	3 septembre 1860.
Colin	Moulage à sec des terres de toute nature par grande puissance de pression	8 septembre 1860.
Cheron	Mode de fabrication de briques à bâtir	24 octobre 1860.
Caswell	Perfectionnements apportés dans les machines à fabriquer les briques	15 décembre 1860.
Bailliet	Perfectionnements dans les machines à mouler les briques	5 janvier 1861.
Bilon	Machine à fabriquer les briques, tuiles	9 janvier 1861.
Bazin et Cᵉ	Machine à briques	18 février 1861.
Druart	Machine à faire les briques	9 mars 1861.
Bannier	Machine à fabriquer des briques	18 avril 1861.
Hazard	Machine à faire les briques	27 avril 1861.
Diana	Fabrication de briques sans cuisson	15 mai 1861.
Michaux et Cᵉ	Machine à mouler les briques (1 addition)	16 mai 1861.
David	Machine à briques	25 mai 1861.
Serrin et Lévêque	Mouleuse à briques	11 juin 1861.
Béchard	Perfectionnements apportés dans la fabrication des briques	27 juin 1861.
Gonnon	Machine à fabriquer la brique et à broyer la terre (1 addition)	1er juillet 1861.
Mauvage	Machine servant à mouler les briques, carreaux et tuiles (1 addition)	17 juillet 1861.
Vandenvinne	Machine à fabriquer les briques (1 addition)	5 août 1861.
Iverneau	Fabrication de briques de différents genres,	

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
	dites *briques Iverneau*	21 août 1861.
Effertz	Perfectionnements dans les machines et appareils à fabriquer les briques, tuiles et autres matériaux, pour transporter ces matériaux, et applications des susdits perfectionnements pour utiliser la tourbe, le charbon, le poussier et autres matières analogues	28 août 1861.
Jannettaz	Système de fabrication de briques	29 août 1861.
Berthot	Machine à fabriquer les briques	5 septembre 1861.
Boneau et Perrer	Machine à fabriquer les briques	22 janvier 1862.
Mazas et Fery	Moulage et cuisson de la brique, de la chaux et du plâtre	24 janvier 1862.
Hacquard	Perfectionnement apporté dans la fabrication de la brique	27 février 1862.
Effertz	Perfectionnements dans les machines ou appareils pour fabriquer les briques tuiles, tuyaux de drainage et autres matières analogues	5 mars 1862.
Celisse	Machine à double effet alternatif pour le moulage des briques	8 mars 1862.
Moss	Moyen de fabrication des briques et leurs applications diverses	12 mars 1862.
Legendre	Système de machine à briques à double effet, également applicable aux carreaux, tuiles et autres produits céramiques, et aux briquettes de charbon	5 avril 1862.
Muhlbergue	Appareil à fabriquer les pannes, tuiles, carreaux, et généralement tout ce qui tient à la fabrication de la terre	17 mai 1862.
Périnelle, Roux et Morisset	Machine à fabriquer les briques par pression	10 juin 1862.
Schlicheysen	Machine à faire des briques, des tuiles, des tuyaux de drainage, de la tourbe, etc	12 juin 1862.
Couissinier	Machine propre à la fabrication des briques hexagonales dites *Toinettes*	17 juillet 1862.
Saurin	Fabrication mécanique de briques hexagonales.	12 août 1862.
Duret	Fabrication des briques et carreaux	9 septembre 1862.
Joucla fils jeune	Fabrication de briques et tuiles de toutes formes.	12 septembre 1862.
Gentilhomme	Métier à mouler les briques de carrelage	4 octobre 1862.
Bérard	Machine à fabriquer les briques, toinettes, tuiles et autres composés d'argile	21 octobre 1862.
Defrasne et Cᵉ	Machine à mouler et à comprimer la houille, la tourbe et autres combustibles, ainsi que tous produits *céramiques* ou *plastiques*	28 octobre 1862.
Taylor	Perfectionnements dans la fabrication des tuiles et briques moulées pour le bâtiment	9 décembre 1862.

APPRÊT DES TISSUS

MACHINE A GRILLER OU FLAMBER

LES ÉTOFFES DE COTON, DE LAINE ET DE SOIE

Par M. TULPIN aîné

Constructeur de machines à Rouen

(PLANCHE 39)

Quels que soient les soins apportés dans les procédés employés pour la filature du coton, de la laine et de la soie, quelle que soit même la perfection des machines actuellement en usage, les fils présentent toujours un aspect duveteux, barbu ou cotonneux, plus ou moins sensible, suivant les degrés de finesse ou de qualité de la matière mise en œuvre. Les fils de laine cardée sont les plus duveteux, puis viennent ensuite les fils de coton, de laine peignée, de lin, et enfin les fils de soie.

Pour la fabrication d'un grand nombre de tissus, draperie, cotonnade, etc., on se sert, sans le moindre inconvénient, des fils dans cet état, mais pour certains fils à coudre, pour les beaux fils en laine retordus servant à la tapisserie, ou bien ceux destinés à la confection des tulles, il devient nécessaire de les débarrasser de ces duvets.

Dans la fabrication des toiles de coton, l'apprêt que les fils reçoivent pour être tissés remédie momentanément à cet inconvénient; mais, aussitôt qu'on lave la toile, les filaments, qui ne sont que collés, se redressent, et la surface devient cotonneuse. Pour le calicot que l'on destine à l'impression, et même pour les toiles de ménage, linge de table, de corps, d'ameublement, etc., il est indispensable de rendre l'étoffe parfaitement unie. Il en est de même pour les dentelles, les belles mousselines, le basin, les velours et autres tissus de ce genre.

On parvient à détruire les duvets qui recouvrent ainsi les fils et nuisent à leur finesse sans ajouter à leur force, au moyen d'une sorte de torréfaction que l'on nomme *grillage* ou *flambage*. Cette opération s'exécute en faisant passer rapidement le fil, la dentelle ou le tissu au-dessus

d'une plaque de fonte chauffée, ou sur une flamme produite par la combustion du gaz hydrogène carboné, ou celle de l'esprit-de-vin.

On obtient ce résultat au moyen de machines disposées de manière à diriger une série de fils ou une pièce de tissu au-dessus de la flamme avec un mouvement uniforme et une vitesse déterminée, et telle que, sans crainte de les roussir, les fils se trouvent débarrassés de leur duvet. On parvient alors à obtenir d'une façon très-simple des tissus parfaitement unis, et des fils à la fois plus ronds, plus unis, plus solides, et qui paraissent plus fins.

Deux systèmes distincts, qui ont chacun reçu des modifications dans leur application, ont été mis en usage pour effectuer mécaniquement cette opération. Le premier consiste dans le *grillage* au-dessus d'une plaque métallique chauffée au rouge; le second dans le *flambage*, au moyen du gaz ou de l'alcool.

Grillage a la plaque. — Le système le plus ancien, et qui maintenant est à peu près abandonné, consiste à faire passer le tissu au-dessus d'un demi-cylindre en fonte polie, disposé sur un fourneau dont il forme la voûte. Ce demi-cylindre est chauffé à la chaleur rouge par le foyer intérieur du fourneau. Le tissu à griller est enroulé sur une ensouple placée d'un côté de l'appareil; de l'autre côté, il existe une ensouple semblable, et toutes deux sont munies de manivelles qui servent à les faire tourner, afin d'enrouler et de dérouler la pièce à mesure qu'elle passe sur la plaque chauffée. En outre, de petits rouleaux sont montés latéralement dans un support à coches, de façon à permettre de varier leur position, et, par suite, la direction et la tension du tissu.

Le 16 mars 1820, le sieur Godart prit un brevet d'invention pour un perfectionnement à cette machine (1), qui consistait à faire circuler le tissu, après son grillage par la plaque, autour d'une série de rouleaux au-dessus desquels était placé un ventilateur, et au-dessous, un plateau, lequel, animé d'un mouvement rotatif, était muni de brosses qui agissaient sur le tissu, tendu par lesdits rouleaux.

Flambage au gaz et a l'alcool. — La première idée du flambage au moyen de la flamme de gaz paraît appartenir à M. Molard, ancien sous-directeur du Conservatoire, qui, vers 1817, employa, pour griller les tissus, un procédé emprunté à la ventilation. L'étoffe, au lieu de passer directement au-dessus de la flamme, dans une position horizontale, était dirigée de haut en bas contre la flamme qui venait la lécher; la rapidité du mouvement qu'il est nécessaire de donner au tissu, établissait un courant d'air tel que la flamme s'inclinant n'aurait produit que peu d'effet, sans la précaution de faire venir l'étoffe à sa rencontre; l'inventeur avait de plus adapté, près des petits orifices qui laissaient échapper le gaz, un courant d'air artificiel produit par un soufflet à vent continu

(1) Le dessin de l'appareil de M. Godart est donné dans le vol. XI des brevets expirés.

qu'on réglait à volonté. Par ce moyen, la flamme était sans cesse dirigée contre le tissu, qu'il lui était impossible de traverser, à cause de sa position. Quoique ces moyens fussent très-ingénieux, le procédé n'eut pas le succès que l'auteur en attendait (1).

Un peu plus tard, le 11 février 1818, M. Samuel Hall, de Basford, en Angleterre, se fit breveter en France pour une machine à flamber au gaz, qui, au bout de quelques années, en y appliquant de notables perfectionnements, parvint à donner les meilleurs résultats. Cette machine, qui est encore maintenant en usage, avec quelques modifications accessoires, dans un grand nombre d'établissements, consiste en deux tubes horizontaux placés parallèlement dans le même plan, à 30 ou 40 centimètres de distance l'un de l'autre. Ces tubes sont en communication avec un réservoir à gaz par des tuyaux garnis de robinets, et sont percés en dessus et en ligne droite d'une multitude de petits trous qui donnent issue au gaz destiné à être enflammé. Directement au-dessus de ces deux tubes sont placés deux autres tubes munis chacun d'une fente longitudinale, qui correspond à la ligne des jets de gaz. Les deux tubes supérieurs communiquent au moyen de tuyaux avec une longue cheminée ou un conduit, dans lequel une aspiration énergique est produite, soit par un soufflet, un ventilateur, une pompe ou un appareil hydraulique à cloche, comme l'a proposé M. Hall dans son brevet du 24 mai 1823 (2).

Le tissu à griller, dirigé par deux paires de cylindres en bois, recouverts de futaine, disposés de chaque côté des tubes, passe, animé d'un mouvement continu, au-dessus des deux rangées de flammes, entre les deux paires de tubes superposés. Ces flammes, entraînées par le courant d'air, passent à travers les mailles du tissu. Celui-ci, avant d'arriver sur les deux lignes de flammes, glisse entre des brosses qui relèvent les filaments, et après leur flambage passe entre des frottoirs garnis de

(1) Ces renseignements nous sont fournis par le brevet de MM. Dupuis et Leroux, grilleurs à Amiens, du 19 septembre 1834, et qui est publié dans le vol. XXXV des brevets expirés. L'invention de MM. Dupuis et Leroux, conçue sur la même idée que celle de M. Molard, consistait à placer dans la cheminée ou trémie un rouleau en cuivre qui venait la fermer en partie, en ne laissant que 7 à 8 millimètres de chaque côté; le tirage de la cheminée forçait la flamme à envelopper le rouleau qu'entourait déjà le tissu, et qui, par son mouvement de rotation, exposait successivement toutes ses parties à l'action du feu.

(2) Le brevet de M. S. Hall, du 18 février 1818, est publié dans le vol. XXV de la Collection des brevets expirés; il a pour titre : Procédés et machines destinés à flamber, à l'aide de la flamme provenant de la combustion du gaz hydrogène carboné, les fils de lin, de coton, de soie, de fleuret, ainsi que les dentelles et autres tissus réticulaires et à mailles ouvertes.

Le 24 mai 1823, M. S. Hall prit un nouveau brevet pour un appareil propre à griller le duvet des étoffes (vol. XXXVIII, brevets expirés) dans lequel il s'attache à décrire comme un notable perfectionnement une sorte de machine pneumatique à trois cloches, destinée à produire un courant d'air suffisant pour aspirer la flamme et la forcer à traverser les interstices de l'étoffe soumise au grillage.

futaine, qui ont pour but d'éteindre les étincelles que le tissu entraine quelquefois avec lui.

Le 17 juin 1825, M. Andrieux, mécanicien à Paris, prit un brevet pour un appareil pyrotechnique, propre au grillage des étoffes, au moyen du gaz ou de tout autre flamme, dans lequel le tissu est dirigé verticalement au moyen d'une série de cylindres, qui présentent les deux faces au feu dans une position perpendiculaire, en sorte que les deux côtés de l'étoffe sont grillés à la fois (1).

Dans les établissements qui n'ont pas de gaz d'éclairage courant à leur disposition, on lui substitue un liquide combustible (alcool, esprit de bois, acétone). Ce procédé s'effectuait d'abord d'une manière fort simple (2), mais en même temps très-coûteux; on faisait couler ce liquide pour l'enflammer ensuite dans une petite gouttière placée au-dessous d'un cylindre, et la pièce passait sur la flamme en recevant le mouvement de ce cylindre. A ce procédé on en a substitué un autre moins imparfait, dans lequel on emploie une espèce de lampe à niveau constant, dont le réservoir communique par un tube horizontal à une multitude de petits becs donnant une flamme mince. Comme à mesure que le bec métallique d'une lampe s'échauffe, il s'opère une distillation qui tend à agrandir de plus en plus la flamme, on enveloppe, pour obvier à cet inconvénient, le réservoir et le tube d'une couche d'eau froide qui se renouvelle sans cesse.

En 1826, M. P. Descroizilles a imaginé un appareil de beaucoup préférable (3); il se compose essentiellement de deux tuyaux en plomb placés parallèlement et horizontalement à une petite distance l'un de l'autre, au-dessus d'une boite d'aspiration en tôle, qui communique à l'aide d'un tube doublement recourbé avec un appareil aspirateur. Les deux tuyaux en plomb sont percés, dans toute la longueur de leur partie supérieure, de petits trous, munis chacun d'une mèche d'amiante, et qui communiquent avec un réservoir d'alcool, disposé de telle sorte que le liquide inflammable ne s'écoule dans le tube en plomb qu'au fur et à mesure que ce tube se vide. Quand les mèches sont allumées, on fait passer l'étoffe à griller, convenablement tendue par des cylindres d'appel, entre les tuyaux en plomb et la boite en tôle qui les recouvre; celle-ci,

(1) Le dessin et la description de cette machine se trouvent dans le vol. XXXI de la 1re collection des brevets expirés.

(2) Voyez *Traité théorique et pratique de l'impression des tissus*, par M. J. Persoz. Paris, 1846.

(3) Le brevet pris par M. Paul Descroizilles, le 28 avril 1826, est publié dans le vol. XLV des brevets expirés. — Voir aussi le Rapport fait sur cette machine à la Société de Mulhouse, t. Ier.

Le 29 mai 1829, une demande de brevet a été faite par Mlle Caroline Descroizilles pour un appareil propre à flamber les tissus, par l'action directe de la flamme, sans le secours de pompe pneumatique et de ventilateur. Cet appareil est publié dans le vol. XXVIII des brevets expirés.

au moyen de son aspirateur, attire la flamme avec une grande énergie, et la fait passer à travers le tissu.

On voit que la disposition et le mode d'action de cet appareil ont beaucoup d'analogie avec le procédé de flambage par le gaz de M. Hall, dont le principe est encore en usage aujourd'hui. Quelques modifications à ce système ont été proposées, ainsi qu'il résulte d'un brevet demandé en 1851 par M. Chalamel, teinturier à Puteaux, et d'un autre brevet demandé, en 1856, par M. Huillard aîné, à Paris, lequel proposait l'emploi de la vapeur surchauffée.

Comme perfectionnement important, nous ne pouvons citer que la machine à griller au gaz de M. J. Cooke, de Belfast (Angleterre), qui s'est fait breveter en France le 26 février 1859 (1). Dans cette machine, construite toujours d'après le système de Hall, et dont nous avons donné un dessin et une description détaillée dans le vol. XVIII du *Génie industriel*, le tissu qui doit être flambé, après avoir été préalablement passé sur un appareil garni de brosses destinées à relever les poils, est enroulé sur une ensouple qui, en se déroulant, le laisse circuler; il passe d'abord sur un rouleau d'appel cannelé, puis il s'élève sur un rouleau-guide légèrement chauffé, en rencontrant sur son parcours un rouleau-brosse, qui a pour objet de maintenir levés les poils du tissu, et un rouleau tendeur, qui tend à l'écarter du tube brûleur alimenté par le gaz. Ce tissu redescend alors, recevant encore l'action d'un deuxième brûleur, pour passer sur un rouleau inférieur, en rencontrant à nouveau dans ce trajet un second rouleau-brosse qui le nettoie et éteint les flammèches. Il peut de là être dirigé directement sur l'ensouple enrouleur, ou être soumis sans interruption à un second grillage, parce que la machine est double, c'est-à-dire qu'elle comprend deux doubles jets de gaz, avec rouleaux-brosses et rouleaux-tendeurs disposés à peu de distance les uns des autres.

Pour obvier à la brûlure des tissus, des *préservateurs*, sorte de joues creuses, disposés de chaque côté des becs de gaz, sont approvisionnés d'air chauffé ou de vapeur détendue, et au milieu de ces joues se trouve une ouverture en communication par des tubes avec un ventilateur qui aspire les produits non consumés du grillage.

Cette machine est en outre pourvue de moyens de réglage très-précis, d'un soufflet à pression, de tendeur à ressorts, etc., qui en font un appareil des plus perfectionnés, mais aussi un peu compliqué, et par suite d'un prix très-élevé.

M. Tulpin aîné, constructeur à Rouen, dont nous avons déjà eu l'occasion de citer les travaux (2), s'est appliqué à rendre le service de ces

(1) Un deuxième brevet pour une machine analogue a été pris en France par M. Cooke, le 9 mars 1861.

(2) Dans le vol. XI, nous avons donné l'*exprimeur-préservateur* de M. Tulpin. Dans le vol. XII, une belle et grande machine à *imprimer les tissus à quatre couleurs*, une

machines encore plus facile, plus sûr, tout en satisfaisant aux exigences de la fabrication la plus compliquée; de plus, il en a combiné les organes d'une manière plus simple, ce qui lui permet de les établir plus économiquement que les machines anglaises, destinées au même usage. Le dessin que nous en donnons (pl. 39) permettra d'en apprécier les heureuses dispositions.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A GRILLER LES TISSUS, DE M. TULPIN.

REPRÉSENTÉE PAR LES FIGURES 1 A 4 DE LA PLANCHE 39.

La machine à griller les tissus, de M. Tulpin, est brevetée en France et à l'étranger; elle se distingue des machines existantes :

1° Par le mode adopté pour l'application de la flamme, lequel permet de griller deux fois simultanément le même côté du tissu sur chaque flamme;

2° Par la combinaison des passages permettant de griller le tissu à volonté, soit sur les deux côtés alternativement, *deux fois chaque côté* en une seule opération; soit sur *un seul côté, quatre fois successivement,* en une seule opération; soit, enfin, *deux fois seulement sur un seul côté* du tissu;

3° Par l'emploi de deux rangs isolés de flammes, lesquelles sont mobiles, de façon à pouvoir être approchées plus ou moins du tissu à griller pour rendre leur action plus ou moins intense;

4° Par l'application de deux couples isolées de barres d'embarrage en fer, avec tourillons à leurs extrémités, roulant dans leurs supports à chariot, sous l'action du passage du tissu, lequel entoure plus de la demi-circonférence desdites barres. La mobilité qui leur est communiquée rend leur dilatation régulière, et par conséquent empêche leur déformation. Ces barres, qui sont soumises à l'action de vis filetées en sens inverse, pour pouvoir être rapprochées ou éloignées à volonté, peuvent alors laisser entre elles un espace plus ou moins large donnant passage à la flamme, qui est attirée directement par une cheminée surmontée d'un aspirateur puissant. L'écartement donné ainsi facultativement auxdites barres permet de régler avec une grande exactitude l'action de la flamme sur le tissu soumis au grillage;

5° Par la direction donnée à la flamme, laquelle, agissant verticalement, *lèche* simultanément deux fois la même surface d'un côté du tissu qui lui est exposé; la flamme n'a aucune tendance à traverser ce tissu, celui-ci étant appuyé sur les barres tournantes, mentionnées ci-dessus, conditions très-favorables pour de certains tissus, tels que les laines, les soies et les étoffes légères;

cuisine à couleur et *une machine à plier les étoffes*. Dans le vol. XIV, *des machines à sécher les tissus à sept et à quinze cylindres*.

6° Enfin, par la faculté de pouvoir employer à volonté un mélange d'air froid avec le gaz de houille, et aussi d'appliquer à cette machine un petit appareil permettant le grillage à l'alcool, ainsi que nous le ferons reconnaître après avoir décrit les dispositions principales de la machine.

La fig. 1 de la pl. 39 la représente, vu du côté par lequel le tissu est engagé entre les rouleaux conducteurs ;

La fig. 2 est une section transversale, faite par le milieu, suivant la ligne 1-2 de la fig. 1.

Ces deux figures sont dessinées à l'échelle de 1/15 de l'exécution.

Les fig. 3 et 4 sont des tracés à une échelle moitié plus petite, à 1/30, indiquant, avec la fig. 2, les trois directions que peut prendre le tissu sur cette machine.

La fig. 5 indique le brûleur disposé pour effectuer le mélange de l'air avec le gaz ordinaire.

La fig. 6 montre une disposition qui permet de faire usage du gaz riche.

Enfin, les fig. 7 et 8 représentent, suivant deux projections verticales, perpendiculaires l'une à l'autre, le système de grillage à l'alcool.

L'inspection de ces figures fait reconnaître la simplicité des organes de cette machine ; son bâti est composé de deux flasques verticales en fonte A nervées et à jours, reliées à leurs extrémités par des châssis en fonte évidée A', et au milieu par une entretoise en fer *a*.

Sur ce bâti, sont boulonnés les supports en fonte B des rouleaux d'appel, et ceux B' des rouleaux de renvoi, ainsi que les pieds arqués C, qui supportent à la hauteur convenable les conduits d'aspiration. Une barre en bois D (indiquée fig. 2, et qui est supposée enlevée sur la fig. 1) est disposée transversalement entre les flasques du bâti pour recevoir le tissu et le maintenir bien plat dans toute sa largeur. Il est dirigé dans cet état sur le premier rouleau de renvoi *b*, placé à la partie inférieure dans des petits supports renversés, fixés aux traverses du bâti.

De ce rouleau le tissu remonte pour passer de l'un à l'autre des rouleaux de renvoi supérieurs *c*, qui le conduisent à l'action des brûleurs. Pour que tous ces rouleaux tournent aisément sous l'impulsion du tissu, ils sont très-légers et, à cet effet, exécutés en métal très-mince, cloué aux deux extrémités sur des disques munis de tourillons reposant librement dans les fourches des supports B', disposés pour le recevoir.

Le tissu est appelé par une paire de rouleaux superposés E et E'. Le supérieur E est formé d'un bloc de bois, et son axe en fer peut glisser verticalement dans les branches du support B, de façon à pouvoir entraîner le tissu par l'action de la pesanteur. Celui inférieur E' est composé de douves en bois, reliées au moyen de deux disques en métal à un arbre en fer *e*. Ce dernier reçoit le mouvement du moteur par une poulie fixe P qui y est calée, et à côté de laquelle est montée folle une poulie semblable P' permettant d'interrompre le mouvement à volonté.

Des rouleaux d'appel, le tissu est dirigé hors de la machine par la tournette F commandée par l'axe *e* du rouleau inférieur, au moyen d'une poulie à gorge *f* (fig. 1) et d'une corde croisée *f'*, qui entoure une autre poulie semblable montée sur l'axe de la tournette.

Tous les rouleaux de renvoi n'ont d'autre but que de conduire, bien tendu et dans une direction convenable, le tissu aux deux couples de barres tournantes *g* et *g'*. En circulant ainsi, il est rencontré par des brosses plates *i* et *i'* montées dans des chapes à coulisses I, fixées aux supports B'. Ces brosses, qui servent à relever le poil du tissu avant son grillage, peuvent être remplacées, pour certaines étoffes, par des brosses circulaires animées d'un mouvement de rotation plus ou moins rapide.

Les barres tournantes *g* et *g'*, comme il a été dit plus haut, sont en fer rond, tourné avec soin, et leurs tourillons sont ajustés dans de petits supports à chariots *h*, qui peuvent, par couple, être rapprochés ou éloignés l'un de l'autre au moyen de vis à filets divergents, que l'on fait agir simultanément.

Le gaz arrive par les deux tuyaux en fonte J et J', placés horizontalement et parallèlement sur deux bras de même métal K et K', qui peuvent être élevés ou abaissés à volonté, au moyen d'un mécanisme de suspension. A cet effet, ces bras sont reliés aux tiges rondes en fer L et L', guidées verticalement le long des flasques du bâti par les douilles *l* et *l'* qui y sont fixées. Des bagues *m*, arrêtées par un écrou sur ces tiges, sont reliées par des chaînes aux leviers M et M' pouvant osciller librement sur un arbre horizontal N, sous l'impulsion d'un levier à manette N', calé à l'extrémité de cet arbre. Des contre-poids P facilitent ce mouvement, en équilibrant à peu près le poids des tuyaux de distribution de gaz J et J', et de leurs supports ; des chevilles d'arrêt *n* et *n'* (fig. 1) sont en outre fixées sur les côtés du bâti pour permettre de maintenir tout le mécanisme de suspension élevé ou abaissé.

Ainsi, lorsqu'on veut écarter les flammes du tissu à griller, il suffit de remonter le levier N', que l'on arrête par la cheville *n'*, et contrairement, lorsqu'on veut rapprocher les flammes de ce tissu, on descend ledit levier, que l'on arrête alors au moyen de la cheville *n*, laquelle doit être engagée, suivant que les flammes ont besoin d'être plus ou moins rapprochées du tissu, dans l'un ou l'autre des trous d'une chape en fer disposée à cet effet. On finit de régler la position exacte des brûleurs au moyen des écrous à oreilles *m'* (fig. 2), qui permettent de faire remonter, d'une quantité aussi minime qu'on peut le désirer, les tiges L et L'.

Les deux tubes brûleurs proprement dit *j* et *j'*, percés sur toute leur longueur d'un grand nombre de petits trous, à la sortie desquels s'opère la combustion du gaz, sont en communication avec les tuyaux d'arrivée J et J' par des petits tubes-supports *k* ; les deux extrêmes sont munis de robinets *k'* (fig. 1), qui permettent de varier la longueur de la flamme, suivant la largeur des tissus.

Les tubes brûleurs forment donc ainsi deux lignes de flammes continues, de longueur variable à volonté, et qui donnent chacune un double grillage par leur passage, sous l'aspiration du ventilateur, au milieu de l'espace qui existe entre les barres tournantes *g* et *g'*, sur lesquelles le tissu circule.

Pour que la combustion de certains gaz très-carburés ait lieu sans fumée et sans perte, il est nécessaire de les mélanger d'air; on emploie alors la disposition indiquée par la fig. 5, qui consiste dans l'application au tube-support *k* d'une cheminée k^2 formant réservoir, et percée, à sa partie inférieure, de petits trous en quantité suffisante et d'une dimension déterminée, pour que l'air puisse s'introduire par leur orifice et se mélanger au gaz qui arrive par le conduit J. Le mélange opéré s'étend dans le tube brûleur *j*, où il trouve une issue par les petits trous supérieurs, à la sortie desquels s'opère sa combustion.

Pour le gaz encore plus carburé, dit *gaz riche*, cette aspiration naturelle de l'air peut ne pas être suffisante pour opérer une combustion complète; alors il est bon d'employer la disposition indiquée par la fig. 6, laquelle consiste dans l'emploi d'un réservoir d'air forcé J^2, de même longueur que le tuyau de distribution J. L'air refoulé dans ce réservoir par un petit ventilateur se rend aux brûleurs *j* par les tubes horizontaux j^2, qui sont munis d'un robinet *r* permettant de régler à volonté la quantité d'air à introduire, afin de la mettre en rapport avec la richesse du gaz en matières carburantes.

Pour aviver la flamme, et en même temps enlever la fumée et le duvet provenant du grillage, une aspiration énergique est produite dans les conduits R et R', qui sont munis de joues inclinées formant deux canaux conducteurs étroits, directement placés au-dessus de chaque ligne de gaz. Ces conduits sont soutenus par les supports en fonte C, fixés sur le bâti principal de l'appareil, et leurs extrémités sont fermées par des bouchons en tôle *r'*, munis de poignées qui permettent de les retirer aisément pour opérer le nettoyage.

L'aspiration a lieu, dans les deux conduits simultanément, au moyen du ventilateur V dont le centre est mis en communication, des deux côtés à la fois, avec les extrémités de ces conduits par l'intermédiaire des tuyaux en tôle de fer S et S', et des doubles coudes de même métal *s* et *s'*.

La construction du ventilateur ne diffère pas de celle des appareils de ce genre; il est composé d'un croisillon en fonte à six branches munies de palettes en tôle *v*; son arbre en fer V' est supporté par trois paliers: deux sont fondues avec l'enveloppe X, et la troisième *v'* est placée en dehors pour porter le prolongement de l'arbre qui reçoit la poulie de commande *p'*. Il aspire par ses deux orifices centrales *x*, et refoule à la circonférence par le canal *x'* fondu avec son enveloppe.

Grillage a l'alcool. — Pour substituer l'acool au gaz il suffit, dans

cette machine, d'enlever les deux tuyaux de distribution du gaz J et J', opération très-facile, et de les remplacer par deux autres tuyaux recevant l'alcool d'un réservoir placé de façon qu'il soit plus élevé qu'eux, ainsi que les fig. 7 et 8 l'indiquent.

Ce réservoir à alcool T est muni de trois robinets t, t', et t^2, celui t' déverse dans un petit vase régulateur T', en communication par le tube recourbé u, et le tube horizontal u' avec les deux tuyaux brûleurs J^2, disposés en dessus pour recevoir les mèches. Ces tuyaux brûleurs sont composés chacun d'un gros et d'un petit tuyau tangents intérieurement l'un à l'autre (voyez la section transversale fig. 8).

L'alcool est introduit dans le petit tuyau qui est intérieur; dans celui extérieur, circule un courant d'eau, pour maintenir, par son contact à la surface extérieure du premier, l'acool toujours froid. L'eau est amenée par les tuyaux y et y', qui communiquent à cet effet avec un petit réservoir U alimenté constamment d'eau.

On introduit l'alcool dans le réservoir T que l'on remplit par le godet supérieur en ouvrant le robinet t, celui inférieur t' étant fermé et celui de purge t^2 ouvert. A la suite du robinet t' est un tube aboutissant à la cuvette T', et dont la partie inférieure est juste de niveau avec les trous des tuyaux brûleurs intérieurs munis des mèches. A mesure que l'alcool se brûle, son niveau diminue dans la cuvette T' correspondant au tube du robinet t'. Ce robinet restant ouvert et les autres t et t^2 fermés, l'alcool contenu dans le réservoir T descend jusqu'à ce que le niveau se rétablisse ; à ce moment l'écoulement s'arrête par l'effet de la pression atmosphérique.

RÉSULTATS ET AVANTAGES DE LA MACHINE.

Les dispositions des principaux organes de cette machine à griller les tissus permettent d'obtenir d'une manière très-simple, rapidement et en une seule opération, des résultats qui demanderaient, en employant les moyens primitivement en usage, des passages nombreux, de grands soins et par suite une main-d'œuvre dispendieuse. M. Tulpin estime que les avantages de sa machine peuvent donner :

1° Une économie de 50 0/0 de la dépense du gaz en opérant deux grillages avec chaque flamme. Le tracé fig. 3 indique cet exemple de la marche du tissu grillé *deux fois sur chaque face* en un seul passage entre les deux lignes de flammes ;

2° Une économie de main-d'œuvre également de 50 0/0 en grillant ainsi le tissu quatre fois, soit deux fois sur chaque face, soit *quatre fois du même côté,* dans un seul passage. Dans ce cas le tissu doit être dirigé sur les rouleaux conducteurs comme il est indiqué sur la fig. 2. Enfin il est facultatif de ne griller que sur une seule flamme, *deux fois sur la même face,* en donnant au tissu la direction indiquée par la fig. 4.

En grillant dans le même passage, il y a, en outre de l'économie signalée, l'avantage très-appréciable de ne pas altérer l'étoffe par une manipulation prolongée.

A ces considérations économiques, il faut encore ajouter les avantages suivants dans la conduite de l'appareil :

1° La mobilité de la hauteur des appareils brûleurs permet d'obtenir aisément le même degré d'intensité, quelle que soit la hauteur des flammes, qui est variable suivant la pression du gaz, et d'avoir ainsi une régularité plus grande dans le grillage.

2° L'écartement facultatif des barres rondes autour desquelles passe le tissu, permet de donner à celui-ci un grillage en rapport avec sa nature.

3° Par sa direction verticale, la flamme ne fait que lécher le tissu par le côté, ce qui évite le dépôt des matières entraînées par le gaz mal purifié.

4° L'aspiration directe de la flamme, sans la forcer à traverser le tissu comme dans les anciens systèmes, protége les fils qui sont fouillés sans altération.

5° Enfin la faculté de faire usage de toute espèce de gaz plus ou moins riches ou carburés, en les mélangeant avec de l'air, comme aussi celle de permettre, en employant des traverses mobiles, de substituer le grillage à l'alcool à celui de la flamme du gaz de houille ou autres, complètent cette machine et lui donnent toutes les qualités nécessaires pour effectuer rapidement et économiquement, dans de bonnes conditions manufacturières, le grillage des tissus de toute nature.

TRAVAIL DU BOIS

SCIERIE LOCOMOBILE

A CHARIOT ET A PLUSIEURS LAMES

POUR DÉBITER LES BOIS EN GRUME

Par M. FREY fils, constructeur-mécanicien à Paris.

(PLANCHE 40)

L'usage des scies mécaniques s'est tellement généralisé, qu'il n'est plus question aujourd'hui du sciage à bras dans les usines et ateliers disposant d'une force motrice hydraulique ou à vapeur. Les efforts des hommes spéciaux tendent maintenant à employer ce moyen puissant, qui a si bien réussi manufacturièrement, pour exploiter dans les forêts les bois en grume, et aussi dans les chantiers pour débiter les madriers.

Ce résultat ne peut être obtenu qu'en modifiant sensiblement le type des machines existantes, qui ont besoin, comme on sait, pour bien fonctionner de fondations solides et d'une fosse assez profonde destinée à recevoir les organes de la transmission du mouvement.

Déjà, au commencement de ce volume, nous avons fait connaître les dispositions particulières d'une scie mécanique établie dans ce but par M. Cochot. Nous allons donner un nouvel exemple qui fera aisément reconnaître que le problème du sciage du bois au moyen de machines aisément transportables, et ne nécessitant aucune installation préalable, se trouve aussi bien résolu qu'il l'est depuis longtemps par les scies mécaniques à poste fixe.

Avant de décrire dans ses détails la *scie locomobile* construite par M. Frey, représentée pl. 40, nous allons donner, d'après les *rapports des membres du jury international à l'Exposition universelle de Londres*, en 1862, l'appréciation de M. le baron Séguier sur cette machine, relativement à quelques machines anglaises disposées pour effectuer un travail analogue.

« On voyait, dit-il, dans la partie anglaise de l'Exposition, une tenta-

tive de tronçonnage mécanique des arbres sur pied tellement éloignée encore du but à atteindre, que nous ne nous y arrêtons pas. Nous arrivons tout de suite à la scie locomobile exposée par M. Frey, parmi les produits français. Cette machine est destinée à réduire en bois carré ou en planches les arbres dans la forêt où ils ont poussé. Une locomobile à vapeur chauffée avec les copeaux provenant de l'équarrissage des arbres, la mettra en mouvement. En voici la description.

Un chariot à quatre roues porte un appareil complet de scies alternatives; le porte-lames, qui peut en avoir plusieurs sciant à la fois, est parfaitement équilibré; il monte et descend avec facilité à l'aide de deux bielles latérales en connexion avec un arbre à manivelle muni d'un volant et d'un tambour. Sur ce tambour s'enroule la courroie transmettant la puissance de la locomobile. Nous osons dire que cette scie alternative est la seule qui fonctionne bien dans la galerie des machines. Pourtant plusieurs scies alternatives dispendieusement établies figurent parmi les machines anglaises, de plus modestes se trouvent dans l'exposition suisse et allemande. Nous allons expliquer pourquoi la scie française l'emporte sur toutes ses rivales.

« Les détails dans lesquels nous allons entrer serviront peut-être de réponse à cette question : *Par quel motif, en Angleterre, débite-t-on le bois de sapin à la scie tournante, alors que cette méthode absorbe une force motrice considérable, exige des lames de scie dispendieuses, et fait perdre une très-notable partie du bois par un trait de scie beaucoup plus large que celui que donne une bonne scie alternative convenablement affûtée et montée?* Pour scier vite et bien des bois tendres avec une scie alternative, il faut la réunion de plusieurs conditions : que la scie ait les dents éloignées et façonnées en crochet; que la lame soit très-tendue ; que le bois arrive pendant que la lame remonte, afin qu'il soit scié durant le temps du repos du chariot qui le fait avancer.

« Mais comment faire avancer le bois pendant que la lame remonte, sans que les dents, inclinées de haut en bas, travaillent à contre-sens ? En voici le moyen : la possibilité de progression du bois pendant que la scie remonte s'obtient en donnant de l'inclinaison à la scie, par rapport au plan dans lequel se meut le bâti qui la porte; pour cela on doit établir, entre le plan des dents et celui de la coulisse du bâti, un angle de quelques degrés, et précisément celui qui correspond à la quantité dont on désire que le bois soit divisé par la lame à chaque descente; la scie, pratiquant en descendant une coupe oblique dans le bois, les dents, à la remonte, s'éloigneront du fond de la coupe de toute la quantité dont elles viennent de pénétrer à la descente; c'est de ce temps d'éloignement que l'on doit profiter pour faire avancer le bois : par là il se trouvera naturellement coupé au repos pendant que le chariot ne marche pas.

« L'insuffisance du sciage opéré par les scies alternatives mal montées, dont les dents frottent contre le bois presque autant à la remonte qu'à

la descente, qui ne coupent même qu'avec la moitié ou le dernier tiers des dents de la lame par suite de tous les temps perdus des organes chargés de l'avancement du bois, est sans aucun doute la raison qui a fait préférer, en Angleterre, les scies tournantes à toutes les autres pour le débit en planches des madriers de sapin.

« Un examen attentif, durant l'Exposition, de la manière d'agir des scies alternatives anglaises et autres, nous a démontré qu'elles ne sciaient pas, à chaque course, plus de 5 millimètres de bois dans des madriers de sapin de 25 à 30 centimètres de large, en donnant, au plus, 140 coups, tandis que, dans le même temps, les scies françaises bien montées, comme, par exemple, celles de M. Cochot, à La Villette, progressent dans le bois de mêmes nature et largeur à raison de 15 à 18 millimètres, avec des vitesses de 240 coups ; c'est-à-dire qu'elles font plus de cinq fois le travail des scies anglaises (1).

« Les temps perdus dans la transmission du mouvement de progression, si nuisibles dans les scies montées de façon que le bois avance pendant que la lame descend, puisqu'il fait perdre, comme nous l'avons indiqué, l'effet d'une partie des dents de la scie, deviennent au contraire une circonstance favorable dans les scies montées, comme nous venons de le dire plus haut; dans ce cas, en effet, tout retard de progression du chariot se traduit en un simple écartement favorable entre les dents de la scie et le bois; celui-ci arrive toujours à temps pour être coupé, le chariot qui le porte ayant toute la durée de la remonte pour amener le bois à la scie.

« Les constructeurs anglais se sont bien aperçus des inconvénients des temps perdus dans les organes de progression du chariot, puisque, pour les diminuer, certains d'entre eux ont remplacé les encliquetages à roue à dents de rochet par des encliquetages muets des systèmes Dobo ou Saladin : une modification dans le calage de l'excentrique, source première du mouvement du chariot, et une certaine inclinaison de leurs scies, très-bien exécutées au reste, quoique un peu lourdes, les débarrasseraient radicalement de tous les inconvénients que nous venons de signaler.

« Les modèles de scie tournante, avec guide parallèle au plan incliné, pour débiter des prismes triangulaires, sont nombreux à l'Exposition. Au concours de Battersea on voyait encore des appareils de ce genre combinés avec des chariots roulant sur des tronçons de chemin de fer rustique, destinés à amener vers la scie des arbres entiers attirés vers elle au moyen d'une corde qui s'enroule sur un tambour mû lentement par une vis sans fin, recevant elle-même son mouvement du moteur qui anime la scie. Là encore, nous avons constaté le déchet du bois par suite

(1) Nous avons donné dans ce volume, pl. 15, une scie à cylindre et à une seule lame de M. A. Cochot qui fonctionne dans des conditions identiques.

de la largeur de la voie et la résistance que présente au moteur un organe de grand diamètre travaillant à sa circonférence avec une grande vitesse. »

Nous avons reproduit en son entier la partie du rapport de M. le baron Séguier, qui traite des scies alternatives et des scies tournantes, parce que nous trouvons que de tous points son appréciation est juste, ayant nous-même, au sujet de ces machines, signalé les mêmes faits, du reste bien connus des bons constructeurs français, relativement au montage et au fonctionnement des lames.

DESCRIPTION DE LA SCIERIE LOCOMOBILE

REPRÉSENTÉE PL. 40.

La fig. 1 est une vue extérieure en élévation longitudinale de cette machine montée sur son chariot.

La fig. 2 en est un plan ou projection horizontale vue en dessus.

La fig. 3 est une vue de face de la tête du châssis porte-lames.

Les fig. 4, 5, 6 et 7 sont des détails du chariot et des mâchoires destinées à maintenir le bois pendant le sciage.

BATI, ROUES ET AVANT-TRAIN. — Le bâti de cette machine, complétement en fer, est à la fois d'une grande simplicité et d'une extrême légèreté. Cette dernière condition était indispensable à remplir pour rendre facile le transport de l'appareil sur les routes, par un cheval. Ce bâti est composé de deux longues poutrelles horizontales A, en fer double T, placées parallèlement, à 0^m740 de distance, et entretoisées par des fers de même forme *a*; au milieu de leur longueur, encastrées extérieurement entre les branches du T, sont fixées verticalement des poutrelles semblables A' reliées par leur partie supérieure à celles horizontales au moyen de fortes barres en fer rond *a'*, inclinées en arc-boutant pour résister à l'effet d'avancement du bois qui vient se présenter à l'action des scies. La partie inférieure de ces mêmes poutrelles A' est, en outre, réunie au châssis horizontal par deux secteurs en fer plat *b*, fixés latéralement pour recevoir en même temps les deux paliers de l'arbre de transmission de mouvement B.

L'arrière du châssis horizontal est supporté par les deux roues C montées folles à frottement doux, à la manière des roues de voiture, sur l'arbre en fer C', relié aux poutrelles A par des supports en bois *c*.

L'avant-train, monté sur une cheville ouvrière qui rend possible son changement de direction, est pourvu d'un cercle en métal *d*, qui peut tourner librement avec les petites pièces de bois D' recevant l'arbre des petites roues D, destinées à supporter cet avant-train. Le brancard d'attelage E est relié à celui-ci par deux chapes en fer *e* articulées au moyen d'un boulon.

Du chassis porte-lames et de sa commande. — Le châssis qui reçoit les lames des scies est composé de deux montants verticaux en fer F, assemblés à mortaises à ses deux extrémités avec des traverses horizontales de même métal. Celle supérieure F′ est prolongée de chaque côté, en dehors du bâti, pour recevoir les têtes des deux bielles motrices G actionnées par l'arbre B, au moyen de deux manivelles; le bouton de l'une de ces manivelles est monté sur l'un des bras de la poulie de commande P, et celui de l'autre sur un bras du volant régulateur V.

Le mouvement rectiligne de va-et-vient communiqué au châssis est assuré par deux tiges rondes en fer *f*, boulonnées aux traverses *f′* qui relient les extrémités du bâti A′; le long de ces tiges glissent les manchons en bronze *g* (fig. 2) fixés aux deux traverses F dudit châssis. Les lames de scies *s* y sont fixées à la manière ordinaire, au moyen de petites chapes en fer *s′* et de clavettes, que l'on chasse fortement pour donner la tension convenable à chaque lame.

On remarque que l'arbre de transmission B, au lieu d'être placé directement en dessous, dans le prolongement de l'axe vertical du châssis porte-lames, comme on a coutume de le faire dans les scieries à mouvement alternatif, est, au contraire, rejeté un peu à droite du bâti, afin de laisser la place nécessaire à la descente du châssis à fin de course.

Cette disposition, en permettant de placer l'arbre beaucoup plus haut, a rendu possible l'installation de la machine sur un bâti peu élevé du sol, et, de plus, présente cet avantage, suivant le constructeur, que le mouvement est mieux équilibré, en ce sens que, lors des positions extrêmes du châssis, les manivelles ne se trouvent pas en ligne droite avec les bielles.

Pour livrer passage à la courroie venant du moteur pour s'enrouler sur la poulie P, les roues d'arrière C du véhicule doivent être écartées du bâti, ainsi que l'indique le tracé en ligne ponctuées de la fig. 2.

Du chariot et de sa commande. — Le chariot sur lequel on place la pièce de bois en grume ou préalablement équarrie que l'on veut débiter en madriers, est composé simplement de deux longues bandes en fer plat *h* reliées aux deux extrémités par de forts boulons *h′*. Ces deux bandes de fer sont dentées en-dessous pour former crémaillère et engrener avec les pignons *i* (fig. 2 et 4), destinés à transmettre le mouvement au chariot, ainsi que nous le verrons plus loin.

Ce chariot est supporté par des fers à T formant deux rails parallèles *j* (fig. 4 et 7) sur lesquels il peut glisser. Pour faciliter ce glissement, M. Frey avait d'abord disposé une série de galets *j′* montés entre les bandes *h*, et les plaques *k* reliées à celles-ci par de petites entretoises, mais il reconnut que la sciure, en s'engageant autour des axes des galets, les empêchait de tourner; il les remplaça alors par la disposition indiquée fig. 7, laquelle consiste simplement, comme on voit, en une troisième lame de métal, un peu moins haute que les deux premières, lui servant de joues, et avec lesquelles elle est fixée.

L'avancement du chariot a lieu, comme nous l'avons dit, au moyen des deux pignons *i*, engrenant avec les crémaillères *h*. A cet effet, l'axe de ces pignons est muni de la roue K, qui engrène avec le pignon *l*, monté sur le même axe que la grande roue à dents de rochet L. Celle-ci est actionnée par le châssis au moyen des deux leviers M et M′ et du cliquet ou pied de biche *m*, dont ce dernier est garni.

L'amplitude du mouvement du second levier M′ peut être modifiée à volonté au moyen de l'espèce de manivelle à course variable *m′*, qui sert de centre d'oscillation, tout en établissant la réunion des deux leviers.

Quand le châssis porte-scies descend, le rochet *m* du levier M′ glisse sur une, deux ou un plus grand nombre de dents de la roue K, suivant que la course de la manivelle *m′* se trouve réglée pour un avancement déterminé du chariot. C'est en descendant que les lames travaillent, et c'est quand elles remontent que le rochet, engagé dans la dernière dent sur laquelle il s'est arrêté, fait tourner la roue K d'une quantité angulaire, justement égale à celle dont le rochet a descendu.

Pour éviter que ce rochet ne se trouve soulevé hors des dents de la roue, un petit bras en fer *n* peut être disposé au-dessus, ou bien un petit ressort à boudin *n′* peut le tirer constamment vers le centre de la roue. Un contre-cliquet N est de plus appliqué dans les dents de cette roue pour assurer son mouvement.

Pour faire revenir rapidement le chariot lorsque le sciage de la pièce de bois est achevé, on soulève le cliquet *m* et son contre-cliquet N, au moyen du levier R (fig. 1), et, à l'aide de la manivelle R′ monté directement au bout de l'axe de la roue à rochet, le conducteur de la machine ramène bientôt le chariot à son point de départ.

Le poids seul de la pièce de bois ne suffit pas pour la maintenir assez solidement sur le chariot et lui permettre de résister à l'effort des lames de scies; des pinces ou tenailles sont employées à cet effet; elles doivent être d'une disposition très-simple pour permettre le serrage et le desserrage rapide, afin d'éviter le plus possible les pertes de temps. M. Frey appliqua d'abord le système représenté par les fig. 1, 2, 4 et 5, qu'il modifia ensuite comme l'indique la fig. 6.

Dans le premier système, l'un des bouts de la pièce de bois, celui de droite, était pincé latéralement entre les deux griffes *r*, que l'on rapprochait ou éloignait simultanément à volonté, au moyen de la vis *r′*, montée dans le support S boulonné au chariot. L'autre bout se trouvait pincé en dessus et en dessous par deux mâchoires *t* et *t′*, toutes deux faisant partie du support T : l'une, celle inférieure, y étant fixée, et l'autre reliée seulement par un goujon; une chape munie d'une vis *u* permettait d'appuyer sur cette dernière, et par suite d'effectuer le serrage. C'est à la disposition représenté fig. 6, et qui est analogue à cette dernière, que M. Frey donne la préférence pour maintenir dans les mêmes conditions les deux extrémités de la pièce de bois.

TRAVAIL ET PRIX DE LA MACHINE.

La machine représentée par notre dessin, pl. 40, est montée sur roues, mais il est excessivement facile de la rendre fixe ; ce serait, par exemple, dans le cas où elle devrait fonctionner longtemps dans le même chantier; sa stabilité y gagnerait toujours un peu, et son service deviendrait encore plus prompt, en ce que le chariot se trouverait plus rapproché du sol. Il suffit dans ce cas, qui a été prévu par M. Frey, de disposer quatre dés en pierre, convenablement distancés, et, après avoir enlevé les roues, de fixer le châssis horizontal sur ces dés au moyen d'équerres en fer et de boulons.

Dans les deux cas, que la machine soit à poste fixe ou qu'elle reste montée sur ses roues, la vitesse transmise au châssis porte-scies doit être de 120 à 140 coups par minute, et l'avancement du bois, dans le chêne, de 2 millimètres environ par coup, et, dans le sapin, de 6 à 8 millimètres, ce qui correspond par heure, dans le chêne, à un travail linéaire de :

$$140 \times 2 \times 60 = 1^{m}680 \text{ pour chaque lame,}$$

et dans le sapin :

$$140 \times 8 \times 60 = 6^{m}720.$$

En admettant qu'il y ait huit lames montées après le châssis, et que la pièce de bois de chêne attaquée par ces lames ait 40 centimètres d'équarrissage, par exemple, on obtiendrait, la scierie fonctionnant dans ces conditions, et pour le chêne, une surface sciée de

$$1^{m}680 \times 8 \times 0^{m}40 = 53^{m.q.}760 \text{ par heure.}$$

On ne peut se baser sur un tel rendement, comme on sait, par suite des pertes de temps, dont il faut tenir compte pour changer les pièces de bois et ramener le chariot; mais on peut admettre largement un débit régulier de 1000 à 1200 mètres courant, par journée de dix heures, suivant les largeurs de bois, ce qui réduit le travail par heure, avec huit lames montées dans du bois de chêne de 40 centimètres d'équarrissage à :

$$\frac{1200}{10} \times 8 \times 0^{m}40 = 38^{m.q.}400.$$

Pour le bois de sapin, ce rendement peut être aisément doublé.

Les dimensions de la scierie locomobile, représentée pl. 40, correspondent au modèle n° 1, pouvant débiter, comme nous l'avons dit, 40 sur 40 centimètres sur une longueur maxima de $4^{m}50$; mais M. Frey construit trois autres modèles pour le sciage des bois d'un plus fort équarrissage et avec chariots de longueurs variables.

Voici les prix des quatre modèles de scieries mécaniques établis par ce constructeur :

N° 1	débitant	$0^{m}40$	sur	$0^{m}40$.	Prix :	5,000 fr.
— 2	—	$0^{m}50$	—	$0^{m}50$.	—	6,000
— 3	—	$0^{m}60$	—	$0^{m}60$.	—	7,000
— 4	—	$0^{m}70$	—	$0^{m}70$.	—	8,000

Ces machines peuvent être mues par un manége ou par une locomobile à vapeur. Ce dernier moteur, beaucoup plus avantageux pour la marche régulière et le rendement de la scie, est surtout ici préférable, en ce sens que le chauffage du générateur peut se faire avec la sciure et les copeaux provenant de l'équarrissage des arbres sur place.

ERRATA.

Page 18, ligne 36, *au lieu de :* eau hydrométrique, *lisez :* hygrométrique.
Page 100, ligne 14, *au lieu de :* une locomotive, *lisez :* une locomobile.
Page 289, ligne 37, *au lieu de :* toute sen adhérence, *lisez :* toute son adhérence.
Page 394, ligne 21, *au lieu de :* 6 à 7000 kilogrammes,
lisez : 7 à 8000 —
— ligne 26, *au lieu de :* à 600,000 kilogr.,
lisez : à 700,000 kilogr. ou 7 à 800 tonnes.
Page 396, dernière ligne, *au lieu de :* 18 chevaux $0^{m}760$ — $1^{m}500$
lisez : 20 » $0^{m}700$ — $1^{m}500$
et ajoutez : 25 » $0^{m}800$ — $1^{m}550$
30 » $0^{m}850$ — $1^{m}600$
Page 405, *au lieu de :* comme la flamme se prolonge, etc., *lisez et rétablissez la suite de la phrase ainsi :* comme le conduit de fumée se prolonge sur une grande étendue, on a eu le soin de ménager dans la longueur du fourneau que la flamme parcourt, plusieurs canaux ou conduits *q*, qui servent au nettoyage et permettent, au besoin, l'entrée de l'air atmosphérique pour achever la combustion.
Page 406, ligne 24, *au lieu de :* MM. Ruban et Chenaillet ont, etc., *lisez :* M. Ruban a, etc.
Page 407, ligne 15, *au lieu de :* avec les générateurs par les tuyaux, etc., *lisez, en ajoutant :* avec les générateurs et les retours des chaudières à déféquer par les tuyaux, etc.

FIN DU TOME QUATORZIÈME.

TABLE RAISONNÉE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME QUATORZIÈME

DE LA PUBLICATION INDUSTRIELLE

I

II

III

IV

V

VI

VII

VIII

IX

X

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

AUTEURS, MÉCANICIENS, INGÉNIEURS ET MANUFACTURIERS

QUI ONT ÉTÉ CITÉS DANS CE VOLUME

Pour leurs Ouvrages, pour leurs Inventions, ou pour leurs Travaux

H

J

K

L

M

N

O

P

Q

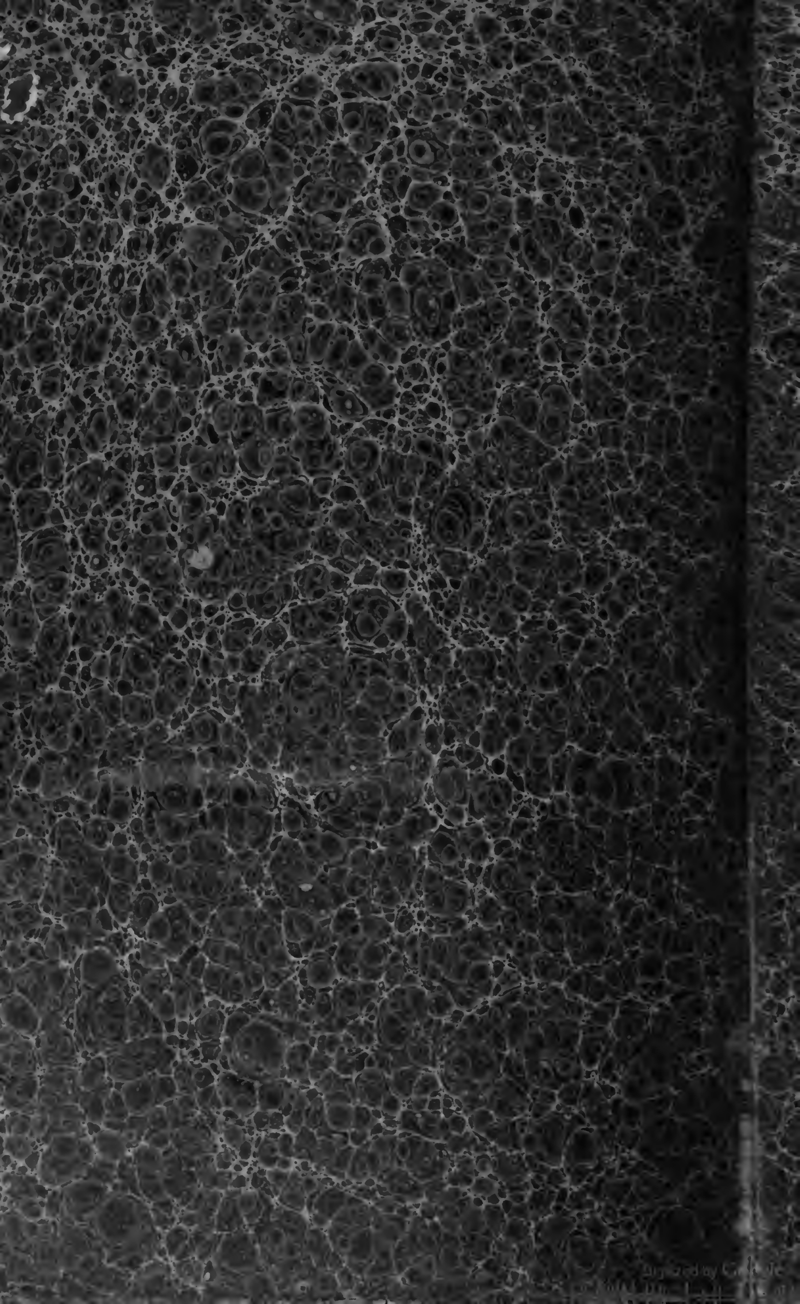
R

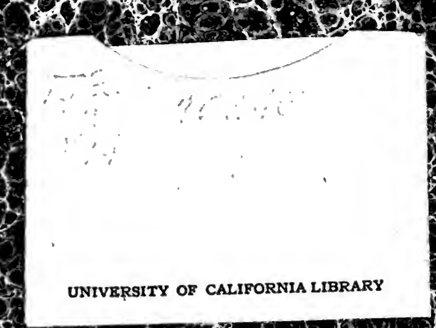
S

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS



PARIS. — IMPRIMERIE DE J. CLAYE, RUE SAINT-BENOIT, 7.




UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

